



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Estudi per la certificació energètica de la Biblioteca Central de Terrassa

Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeronàutica i Audiovisual de Terrassa

Grau d'Enginyeria en Tecnologies Industrials

Treball de Fi de Grau

MEMÒRIA

Alumne: Ignacio Sánchez Grau

Director del TFG: Miquel Casals Casanova

Data de lliurament del TFG: Gener 2020.



ÍNDEX DE CONTINGUT

DECLARACIÓ D'HONOR.....	10
AGRAÏMENTS.....	11
RESUM.....	12
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	12
1. OBJECTIU.....	13
2. ABAST.....	13
3. REQUERIMENTS.....	13
3.1. Requeriments tècnics.....	13
3.2. Requeriments legals.....	14
4. JUSTIFICACIÓ.....	15
5. LA BIBLIOTECA CENTRAL DE TERRASSA.....	16
5.1. Espais.....	16
5.2. Materials.....	20
5.2.1. Fonaments.....	20
5.2.2. Estructura.....	20
5.2.3. Tancaments exteriors.....	20
5.2.4. Paviment interior.....	20
5.2.5. Divisions interiors.....	20
5.2.6. Revestiments interiors.....	20
5.2.7. Recobriments.....	21
5.2.8. Fusteria exterior.....	21
5.2.9. Fusteria interior.....	21
5.2.10. Envidrament.....	21
6. LA CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA.....	21
6.1. El certificat energètic.....	21
6.2. L'etiqueta energètica.....	22
6.3. Procés de certificació energètica.....	23
7. CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA AMB CE3X.....	23
7.1. Mètode simplificat i mètode exhaustiu.....	27
7.2. Introducció de dades.....	27
7.3. Obtenció de la qualificació energètica.....	27

8. CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA SIMPLIFICADA DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE TERRASSA AMB CE3X.....	27
8.1. Dades administratives.....	27
8.2. Dades generals.....	29
8.3. Envolupant tèrmica.....	33
8.3.1. Coberta.....	33
8.3.2. Murs.....	41
8.3.3. Terra.....	53
8.3.4. Buits i claraboies.....	54
8.3.5. Ponts tèrmics.....	58
8.3.6. Patrons d'ombra.....	58
8.4. Instal·lacions.....	59
8.4.1. Aportacions energètiques.....	59
8.4.2. Aigua calenta sanitària.....	59
8.4.3. Funcionament.....	60
8.4.4. Calefacció.....	60
8.4.5. Refrigeració.....	62
8.4.6. Bombes.....	64
8.4.7. Aire primari.....	67
8.4.8. Ventilació.....	71
8.4.9. Il·luminació.....	71
8.5. Obtenció de resultats.....	71
9. CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA EXHAUSTIVA DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE TERRASSA AMB CE3X.....	73
9.1. Envolupant tèrmica.....	73
9.1.1. Coberta.....	73
9.1.2. Murs.....	76
9.1.3. Terra.....	77
9.1.4. Buits i claraboies.....	77
9.1.5. Ponts tèrmics.....	77
9.1.6. Patrons d'ombra.....	77
9.2. Instal·lacions.....	77
9.3. Obtenció de resultats.....	77
10. ESTUDI DE CONSUMS REALS.....	79
11. COMPARACIÓ ENTRE SIMULACIONS I CONSUMS REALS.....	82
12. ESTUDI DE MILLORES ENERGÈTIQUES.....	84
12.1. Substitució de caldera.....	84
12.2. Substitució de vidres i marcs.....	87
12.3. Substitució del sistema d'il·luminació.....	98
12.4. Totes les millores.....	103
13. IMPACTE DE LES MILLORES ENERGÈTIQUES.....	103
13.1. Substitució de caldera.....	103
13.2. Substitució de vidres i marcs.....	103



13.3. Substitució del sistema d'il·luminació.....	104
13.4. Totes les millores.....	104
14. VIABILITAT ECONÒMICA.....	105
15. TEMPORALITZACIÓ DE LES MILLORES.....	108
16. PRESSUPOST.....	110
17. ASPECTES AMBIENTALS.....	110
18. PROPOSTES DE FUTURS TREBALLS.....	110
19. CONCLUSIONS.....	111
20. PLANIFICACIÓ I DIAGRAMA DE GANTT.....	113
20.1. Taula de tasques.....	113
20.2. Taula de precedències.....	115
20.3. Diagrama de Gantt ..	118
21. BIBLIOGRAFIA.....	118



ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1: Emissions gasos efecte hivernacle. Font: (Europarl, 2019).....	15
Figura 3: Planta baixa.....	18
Figura 4: Planta -1.	18
Figura 5: Planta 1	19
Figura 5: Planta 2.....	19
Figura 6: Exemple d'etiqueta energètica. Font: (CPGrupo, 2019).....	22
Figura 7: Exemple de dades administratives.....	24
Figura 8: Exemple de dades generals.	25
Figura 9: Exemple d'envolupant tèrmica.	26
Figura 10: Exemple d'instal·lacions.	27
Figura 11: Tipus d'edifici.....	28
Figura 12: Referència cadastral de la biblioteca. Font: Sedecatastro, 2019).	28
Figura 13: Dades administratives.....	29
Figura 14: Dades generals.	33
Figura 15: Coberta 1.....	34
Figura 16: Coberta 2.....	34
Figura 17: Coberta 3.....	35
Figura 18: Coberta 4.....	35
Figura 19: Coberta 5.....	36
Figura 20: Coberta 6.....	36
Figura 21: Coberta 7.....	37
Figura 22: Coberta 8.....	37
Figura 23: Coberta 9.....	38
Figura 24: Coberta 10.....	38
Figura 25: Coberta 11.....	39
Figura 26: Coberta 12.....	39
Figura 27: Coberta 13.....	40
Figura 28: Coberta 14.....	40
Figura 29: Rosa dels vents. Font: (Recheronline, 2019).	42
Figura 30: Orientacions de la rosa dels vents.	42
Figura 31: Mesura de la façana nord i sud. Font: (Onlineprotactor, 2019).....	43
Figura 32: Mesura de la façana oest. Font: (Onlineprotactor, 2019).	43
Figura 33: Mesura de la façana est. Font: (Onlineprotactor, 2019).	44
Figura 34: Comparació angular. Font: (Onlineprotactor, 2019).	44
Figura 35: Mur 1 i 2.....	45
Figura 36: Mur 3 i 4.....	45
Figura 37: Mur 5, 6, 7, 8.	46
Figura 38: Mur 8.	46
Figura 39: Mur 7.	46
Figura 40: Mur 5.	46
Figura 41: Mur 9, 10, 11, 12, 13, 14.....	47
Figura 42: Mur 14.	47
Figura 43: Mur 11.	47

Figura 44: Mur 15.	47
Figura 45: Mur 8, 16, 17.	48
Figura 46: Mur 13.	48
Figura 47: Mur 17, 18, 19, 20, 21.	48
Figura 48: Mur 19.	48
Figura 49: Mur 20, 21.	49
Figura 50: Mur 22.	49
Figura 51: Mur 23, 24, 25, 26, 27, 28.	49
Figura 52: Mur 29.	50
Figura 53: Mur 30.	50
Figura 54: Mur 31.	50
Figura 55: Mur 32.	51
Figura 56: Mur 33.	51
Figura 57: Mur 34.	51
Figura 58: Mur 35.	52
Figura 59: Finestra (18).	55
Figura 60: Porta (32).	55
Figura 61: Voladiu 2.	56
Figura 62: Voladiu 1.	56
Figura 63: Voladiu 3.	56
Figura 64: Voladiu 1.	56
Figura 65: Voladiu 2.	56
Figura 66: Voladiu 3.	56
Figura 67: Ponts tèrmics.	57
Figura 68: Perspectiva de la biblioteca. Font: (Google Maps, 2019).	58
Figura 69: Exemple de patró d'ombra.	59
Figura 70: Vas d'expansió.	61
Figura 71: Caldera.	61
Figura 72: Extintor.	62
Figura 73: Dipòsit d'inèrcia.	62
Figura 74: Placa característiques caldera.	62
Figura 75: Placa característiques dipòsit d'inèrcia.	62
Figura 76: Refrigerador Keyter. Font (Soningeo Energy, 2015b).	63
Figura 77: Placa característiques refrigerador. Font: (Soningeo Energy, 2015b).	63
Figura 78: Refrigerador Mitsubishi. Font (Soningeo Energy, 2015b).	64
Figura 79: Placa característiques refrigerador Mitsubishi. Font: (Soningeo Energy, 2015b).	64
Figura 80 Circuit d'aigua i bombes.	65
Figura 81: Placa característiques d'un motor de bomba.	66
Figura 82: Circuit del climatitzador.	67
Figura 83: Motor del ventilador i filtre.	67
Figura 84: Entrada d'aire fresc i regulador d'obertura (en taronja).	67
Figura 85: Sala de climatitzadors 1.	68
Figura 86: Sala de climatitzadors 2.	68

Figura 87: Comandaments dels climatitzadors.	68
Figura 88: Circuit d'aigua.....	68
Figura 89: Reixa sortida 1.	69
Figura 90: Reixa sortida 3.	69
Figura 91: Reixa sortida 2	69
Figura 92: Reixa sortida 4.	69
Figura 93: Sortida d'aire viciat.....	69
Figura 94: Reixa entrada 1.....	69
Figura 95: Reixa entrada 2.....	69
Figura 96: Fancoil desmuntat.....	70
Figura 97: Termòstat local.....	70
Figura 98: Certificació simplificada	72
Figura 99: Materials A coberta al CE3X	74
Figura 100: Materials B al CE3X.....	75
Figura 101: Materials C al CE3X.....	76
Figura 102: Materials mur al CE3X.....	76
Figura 103: Certificació exhaustiva.....	78
Figura 104: Consum abril 2017-maig 2018 electricitat.....	79
Figura 105: Consum juny 2014-juny 2015 electricitat.....	80
Figura 106: Consum 2016-2018 gas natural.....	80
Figura 107: Figura 103: Factors de conversió d'energia final a primària.....	81
Figura 108: Demanda de calefacció i refrigeració.....	84
Figura 109: Emissions dels combustibles.....	85
Figura 110: Preus caldera.....	98
Figura 111: Envolupant tèrmica de l'edifici.....	89
Figura 112: Paràmetres del buit certificació simplificada.....	89
Figura 113: Paràmetres del buit certificació òptims.....	89
Figura 114: Opcions dels preus dels vidres.....	89
Figura 115: Preus vidres $< 2 \text{ m}^2$	91
Figura 116: Preus vidres $2-3 \text{ m}^2$	92
Figura 117: Preus vidres $3-4 \text{ m}^2$	92
Figura 118: Preus vidres $4-5 \text{ m}^2$	93
Figura 119: Preus vidres $5-6 \text{ m}^2$	94
Figura 120: Preus vidres $6-7 \text{ m}^2$	94
Figura 121: Preus vidres $8-9 \text{ m}^2$	95
Figura 122: Preus vidres $> 9 \text{ m}^2$	96
Figura 123: Preus marcs portes.....	96
Figura 124: Preus marcs portes.....	96
Figura 125: Preus lluminària.....	104
Figura 126: Qualificació millorada de la caldera.....	103
Figura 127: Qualificació millorada de vidres i marcs.....	104
Figura 128: Qualificació millorada d'il·luminació.....	104
Figura 129: Qualificació millorada de totes les millores sumades.....	105
Figura 130: Introducció de dades en la viabilitat econòmica.....	106
Figura 131: Calendari laboral 2020.....	109



ÍNDEX DE TAULES

Taula 1: Superfícies de la biblioteca.	17
Taula 2: Horari estàndard.	29
Taula 3: Horari especial.	29
Taula 4: Horari nit d'estudi.	30
Taula 5: Hores de funcionament 1.	31
Taula 6: Hores de funcionament 2.	32
Taula 7: Cobertes.	41
Taula 8: Orientació murs.	52
Taula 9: Murs.	53
Taula 10: Buits i claraboies: finestres.	54
Taula 11: Buits i claraboies: portes.	55
Taula 12: Especificacions caldera.	61
Taula 13: Especificacions refrigeració.	63
Taula 14: Especificacions bombes 1.	64
Taula 15: Especificacions bombes 2.	65
Taula 16: Especificacions aire primari.	66
Taula 17: Especificacions aire primari.	67
Taula 18: Especificacions fancoil.	70
Taula 19: Intervals de qualificació energètica.	72
Taula 20: Classificació de cobertes segons materials.	73
Taula 21: Materials A coberta.	74
Taula 22: Materials B coberta.	74
Taula 23: Materials C coberta.	75
Taula 24: Materials murs.	76
Taula 25: Consum mitjà de gas natural.	81
Taula 26: Càlcul d'energia primària.	82
Taula 27: Qualificació energètica de l'edifici en emissions.	82
Taula 28: Qualificació energètica de l'edifici en consum d'energia primària no renovable.	83
Taula 29: Qualificació parcial de la demanda energètica de calefacció i refrigeració.	83
Taula 30: Comparació global de la demanda energètica primària.	83
Taula 31: Cost substitució de caldera.	87
Taula 32: Classificació dels buits i claraboies segons la seva mida.	90
Taula 33: Quantitat necessària de vidres segons la seva mida.	91
Taula 34: Cost dels vidres.	95
Taula 35: Mida de les fulles de les portes.	96
Taula 36: Cost dels marcs.	98
Taula 37: Cost de substitució de vidres i marcs.	98
Taula 38: Càlcul d'intensitat lumínica necessària.	100
Taula 39: Càlcul quantitat necessària de lluminàries.	102
Taula 40: Cost substitució 'il·luminació.	103
Taula 41: Cost de totes les millores.	103



Taula 42: Introducció de dades en la viabilitat econòmica.	106
Taula 43: Resultats de la viabilitat econòmica.	106
Taula 44: Càlcul de jornades laborals necessàries.....	108
Taula 45: Temporalització de les millores.	109
Taula 46: Taula de tasques.....	114
Taula 47: Taula de precedències.....	115
Taula 48: Diagrama de Gantt 1.....	118
Taula 49: Diagrama de Gantt 2.....	118



DECLARACIÓ D'HONOR

I declare that,

the work in this Degree Thesis is completely my own work,

no part of this Degree Thesis is taken from other people's work without giving them credit,

all references have been clearly cited,

I'm authorised to make use of the company's related information I'm providing in this document in January 2019.

I understand that an infringement of this declaration leaves me subject to the foreseen disciplinary actions by *The Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTECH*.

Student Name
Ignacio Sánchez Grau

Date 01/01/2020
Signature

Estudi per la certificació energètica de la Biblioteca Central de Terrassa.



AGRAÏMENTS

Primerament, m'agradaria agrair l'ajuda rebuda pel meu tutor Miquel, ja que m'ha ensenyat a superar tots els entrebancs que han anat apareixent a mesura que s'anava realitzant el treball i ha proposat mètodes per a la redacció eficient del treball.

També voldria agrair a l'Ajuntament de Terrassa i a l'equip humà que gestiona la Biblioteca Central de Terrassa, especialment als tècnics Marta, Ana i Pau. Tots ells m'han facilitat informació imprescindible per realitzar el treball. Agrair al tècnic de manteniment de la biblioteca, Sebastiano, per guiar-me i ensenyar-me les instal·lacions de l'edifici en la visita presencial.

Per últim, agrair als amics i família pel seu alè, acompanyament i suport des de sempre.



RESUM

El present document és fruit de l'estudi realitzat durant el quadrimestre de tardor del curs 2019-2020 com a Treball de Fi de Grau. El grau és Enginyeria en Tecnologies Industrials, realitzat a l'Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa.

En aquest treball es realitza un estudi de la certificació energètica de l'edifici Biblioteca Central de Terrassa, situat al Passeig Lletres, 1, 08221 de Terrassa, Barcelona. Amb l'ajuda del programa CE3X i de les dades constructives de l'edifici, es crearà una etiqueta energètica exhaustiva i simplificada del mateix. Seguidament, es compararan amb els consums reals i s'analitzaran propostes de millora energètica, continuat per un estudi econòmic i unes conclusions.

RESUMEN

El presente documento es fruto del estudio realizado durante el cuatrimestre de otoño del curso 2019-2020 como Trabajo de Fin de Grado. El grado es Ingeniería en Tecnologías Industriales, realizado en la Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa.

En este Trabajo de Fin de Grado se realiza un estudio de la certificación energética del edificio Biblioteca Central de Terrassa, situado en Passeig Lletres, 1, 08221 de Terrassa, Barcelona. Con la ayuda del programa CE3X y de los datos constructivos del edificio, se creará una etiqueta energética exhaustiva y simplificada del mismo. Seguidamente, se compararán con los consumos reales y se analizarán propuestas de mejora energética, seguido por un estudio económico y unas conclusiones.

ABSTRACT

This document is the result of the study done during the Fall Semester of 2019-2020 as a Final Project. The degree is Industrial Technologies Engineering, studied at the Superior School of Industrial, Aerospace and Audio-visual Engineering of Terrassa.

In this Thesis, a study of the energy certification of the Biblioteca Central de Terrassa building is done, located at Passeig Lletres, 1, 08221 de Terrassa, Barcelona. With the help of the CE3X software and the constructive data of the building, a detailed and simplified energy label will be created. In addition, these certificates will be compared with real consumption and ideas for energy improvement will be analysed, followed by an economic study and conclusions.



1. OBJECTIU

L'objectiu d'aquest treball és realitzar una certificació energètica exhaustiva i una simplificada de la Biblioteca Central de Terrassa, mitjançant el programa CE3X. La certificació exhaustiva utilitza dades que les proporciona el tècnic certificador, i la simplificada les del programa per defecte.

Es compararan els certificats energètics amb els consums reals de la biblioteca. Després es farà una proposta de millores energètiques, es realitzarà un estudi de viabilitat econòmica i s'aplicarà i es programaran les tasques associades en la més rentable i ecològica. També es parlarà dels aspectes mediambientals, propostes per a futurs treballs i es redactaran unes conclusions.

2. ABAST

L'abast d'aquest treball engloba únicament la Biblioteca Central de Terrassa, situada al Passeig Lletres, 1, 08221 Terrassa (Barcelona). Es realitzarà una certificació energètica exhaustiva i una simplificada amb el programa CE3X per mètodes simplificats. En la realització de l'estudi no s'ha tingut present l'estanqueïtat de l'edifici ni les particions interiors de l'edifici, i es tindrà present el patró d'ombres.

Previ al procés de certificació energètica s'exposa una introducció teòrica lleis i normes sobre aquesta, i s'expliquen les característiques de la biblioteca. Posteriorment, es realitza un estudi de consums reals, i es comparen amb les simulacions, es proposen accions per millorar el resultat de les certificacions energètiques i s'avaluen. Finalment s'efectua un anàlisi econòmic, temporalitzen les millores, es redacten unes conclusions i es suggereixen possibles accions futures.

Les dades extretes per a la simulació es basen en les proporcionades per l'Ajuntament de Terrassa, que són els plànols, registres de consum, estudis de certificació energètica i memòria de la Biblioteca Central de Terrassa. Les altres dades necessàries es troben a la bibliografia. Com a documents a lliurar en el treball, els més significatius són aquest document (report) i annexos.

3. REQUERIMENTS

Com a requeriments, existeixen els tècnics i legals.

3.1. Requeriments tècnics

S'utilitzarà el programa CE3X, eina per obtenir el certificat energètic. És imprescindible disposar de les dades que el programa demani i els consums reals per així estudiar les propostes de millora energètica i comparar-les.

En aquest treball, per obtenir aquestes dades, s'ha realitzat una instància a l'Ajuntament de Terrassa per accedir als consums reals de gas natural i electricitat, plànols, memòria, i altres documents de la biblioteca, útils per trobar les dades

necessàries per efectuar la certificació energètica. Els plànols permeten conèixer les dimensions de les cobertes, façanes, buits i claraboies, i quina forma, ubicació i instal·lacions té l'edifici a cada planta.

La memòria, i annexos també resulten d'utilitat per conèixer els costos, les dades constructives de l'edifici, i les fases del procés constructiu. Visitant presencialment la Biblioteca es pot accedir a dades que no es trobin amb la documentació anterior, també s'utilitzaran les dades de la bibliografia o es suposaran de forma justificada en cas de no poder trobar-les.

3.2. Requeriments legals

A Europa, s'estableix la Clean Energy for all Europeans Package, composta per l'Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), 2010/31/EU (EUR, 2019a), i la Energy Efficiency Directive, 2012/27/EU (EUR, 2019b). L'any 2018 es va revisar l'EPBD, creant la 2018/844/EU (EUR, 2019c) i es van incorporar nous elements. Ambdues volen ajudar a aconseguir l'objectiu d'eliminar un 20% la demanda d'energia elèctrica respecte 1990, cap l'any 2020.

La 2018/844/EU redacta:

- Els edificis nous hauran de complir uns requisits mínims d'eficiència energètica i es tindrà en compte la viabilitat tècnica, mediambiental i econòmica.
- Els estats membres fomentaran, sempre que sigui viable econòmica, funcional i tècnicament viable alternatives d'alta eficiència quan els edificis necessitin reformes.
- Renovació d'edificis per tenir un mínim d'edificis sense carboni de cara a l'any 2050.
- Els edificis tindran, si és possible, zones amb diferents capacitats de climatització, automatització, possibilitat de convertir-se en edificis intel·ligents, instal·lacions elèctriques per carregar vehicles elèctrics i es reavaluarà la seva certificació energètica si es reformen.
- S'inspeccionarà periòdicament les instal·lacions d'aire acondicionat i calefacció.
- Els edificis nous de titularitat pública i que siguin ocupats hauran de tenir un consum energètic nul a partir del 31 de desembre de 2018, excepte els especificats en les excepcions.
- Els edificis nous de titularitat no pública i que siguin ocupats hauran de tenir un consum energètic nul a partir del 31 de desembre de 2020.
- El certificat energètic s'ha de posar a disposició a arrendataris i compradors.
- Excepcions: edificis patrimonials o històrics, de culte o religió. Industrials, defensa, agrícoles no residencials, construccions provisionals de menys de 2 anys de durada, edificis que requereixin de reparació profunda o destrucció i parts d'edificis que no superin el 25% d'ús anual.

A Espanya, tenim el Real Decreto 564/2017 (Ministerio de la presidencia, 2019b) (modificació del Real Decreto 235/2013 (Ministerio de Industria, 2019) en resposta a

l'aplicació de les directives anteriors 2012/31/EU i 2012/27/EU a l'àmbit espanyol. Aquest decret redacta el procediment de certificació d'edificis, explicant:

- Els tres darrers punts de la directiva 2018/844/EU, aplicats a Espanya.
- Els edificis protegits oficialment, excepte excepcions, hauran de tenir la seva etiqueta energètica com a màxim 6 mesos després de l'aplicació del decret.

També, la llei espanyola 8/2013 (Ministerio de la presidencia, 2019c) del 26 de juny rehabilitació, regeneració i renovació urbanes, esmenta:

- Potenciar la renovació d'edificis.
- Afavorir el sector de la construcció i crear ocupació laboral ecològica.
- Seguir l'exemple de les directives de certificació energètica europees. Establir un marc d'estalvi energètic i competitivitat.

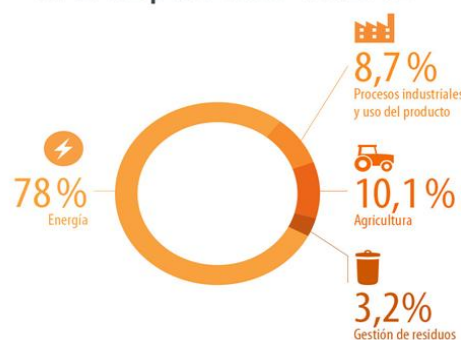
4. JUSTIFICACIÓ

Aquest treball ve motivat per la necessitat cada vegada més important de millorar l'eficiència energètica de qualsevol artefacte, amb l'objectiu reduir el consum energètic, ús de recursos, impacte mediambiental i emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Espanya aposta per un model alineat amb l'Europeu mitjançant les lleis 8/2013 i Real Decreto 564/2017, i Europa, la Clean Energy for all Europeans Package com a exemples. Ambdós territoris volen aconseguir aconseguir aquesta necessitat, reduint progressivament les emissions de gasos d'efecte hivernacle i consum elèctric.

Segons l'AEMA (Agència Europea del Medi Ambient) (Europarl, 2019), quasi un 80% de l'origen de les emissions contaminants europees prové del sector energètic. Per tant, resulta primordial minimitzar el consum elèctric. Mitjançant la certificació energètica, es pot avaluar l'eficiència energètica d'un edifici, obtenint una avaluació objectiva. A partir dels resultats d'aquesta certificació es pot prendre mesures per tal de millorar aquesta eficiència i reduir el consum energètic i d'emissions d'un l'edifici.

Emisiones de gases de efecto invernadero en la UE por sector* en 2015



*Todos los sectores excluyendo el uso de la tierra,
el cambio de uso de la tierra y la silvicultura

Fuente:
Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA),
Eurostat

Figura 1: Emissions gasos efecte hivernacle. Font: (Europarl, 2019).

La Biblioteca Central de Terrassa és un bon exemple d'un edifici terciari, en un context acadèmic i proper a la universitat (ESEIAAT). El fet de realitzar un estudi de certificació energètica i millorar, si és possible, la seva eficiència, pot ser d'utilitat per contribuir a l'estalvi energètic de la biblioteca i a contribuir a reduir les emissions totals nacionals.

Dintre de l'enfocament realitzat en el treball, que és la certificació energètica, millora i estudi econòmic d'un edifici terciari, es presenten diferents avantatges i inconvenients. Els avantatges són motivar la possibilitat de replicar, amb relativa facilitat, un estudi similar a un altre edifici terciari per tal de reduir el seu consum energètic i reduir la seva empremta ecològica, no només es limita l'estudi energètic a les biblioteques o edificis de caire acadèmic. Degut a que una ciutat potencialment presenta molts edificis terciaris, com ara Terrassa, l'efecte de la millora energètica a gran escala milloraria significativament l'impacte ambiental local i reduiria seva despesa energètica. A més, gran part dels edificis actuals presenten certificats energètics, facilitant la comparació entre el consum i emissions actuals i els de la possible millora.

Com a desavantatges, el fet d'enfocar la certificació als edificis terciaris també motivaria un gran cost econòmic, ja que és necessària la contractació nombrosa de tècnics o empreses especialitzades, pagament de permisos i obres. Addicionalment, els costos temporals i burocràtics que generarien la realització dels estudis, permisos i/o les posteriors obres a efectuar als immobles podrien causar la congestió administrativa dels ajuntaments i empreses relacionades.

Els elements crítics en aquest treball poden ser: millores es proposen a aplicar, consums reals i quins són els resultats obtinguts en les diferents certificacions energètiques, d'ells en dependrà la decisió de decidir si cal modificar algun aspecte que afecti al consum l'edifici o no.

5. LA BIBLIOTECA CENTRAL DE TERRASSA

En aquest apartat s'especifiquen les dades rellevants de la Biblioteca Central de Terrassa a efectes de la certificació energètica.

5.1. Espais

L'edifici està format pels espais següents (consultat a la memòria i plànols):

Planta	Espai	Nº	Superfície construïda (m^2)
Baixa	Informació, préstec, lectura d'adults i sales d'estudi	1	1108
	Vestíbul-accés	2	113,5
	Zona de revistes-diaris audiovisuals	3	375
	Comunicacions verticals	4	46,5
	Lavabos	5	32
	Total planta baixa		1675
-1	Zona infantil: préstec, lectura infantil	1	445,8
	Sala contes	2	62
	Sala polivalent	3	127
	Garatge bibliobús	4	47,5
	Magatzem	5	248
	Vestíbul-accés	6	78,5
	Comunicacions verticals	7	32,5
	Lavabos	8	31,7
	Sala màquines ascensor hidràulic	9	10
	Sala climatitzadors	10	150,2
	Total planta -1		1233,2
1	Despatxos biblioteca, de serveis i suport, descans personal	1	180,5
	Fons local	2	238
	Comunicacions verticals	3	32
	Total planta 1		450,5
2	Comunicacions verticals	1	16,5
	Sala màquines ascensor hidràulic	2	8,5
	Instal·lacions	3	6
	Total planta 2		31
Total global			3389,7

Taula 1: Superfícies de la biblioteca.

Aquesta és la superfície construïda. A la memòria s'especifica una superfície útil de $3125 m^2$.

A continuació es mostren els plànols més representatius de la biblioteca:

Planta baixa

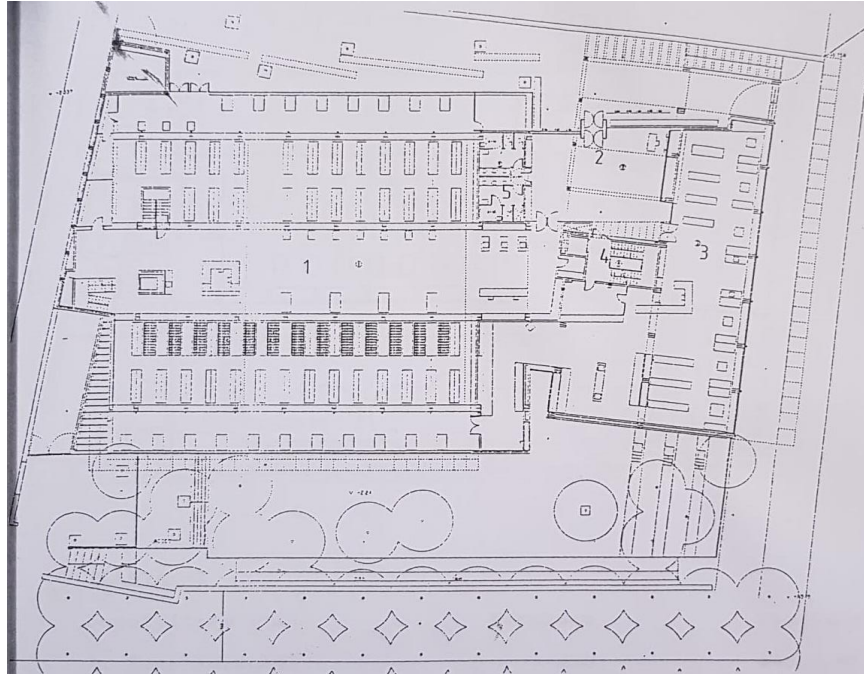


Figura 2: Planta baixa

Planta -1

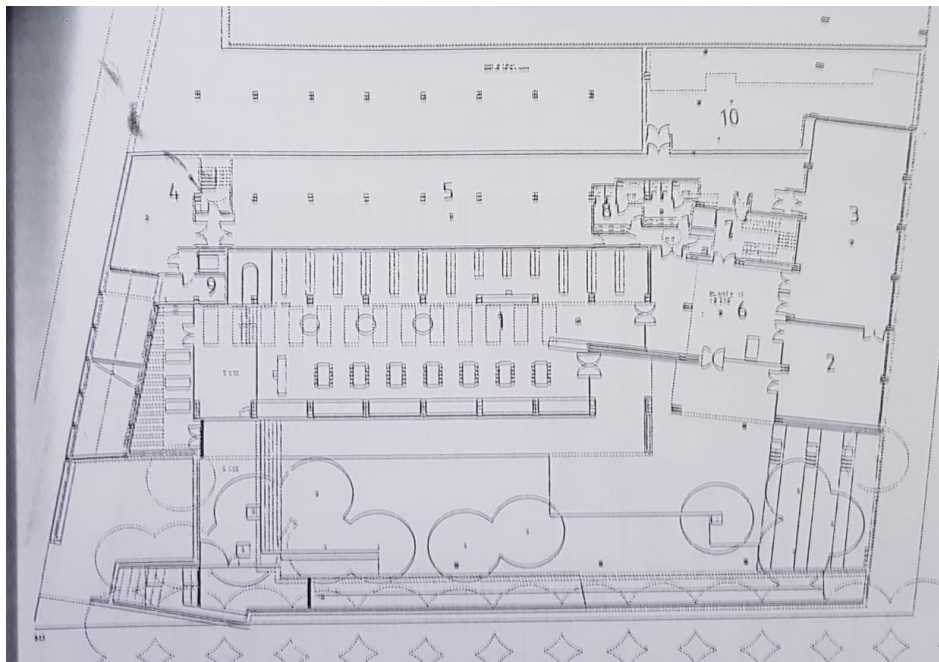


Figura 3: Planta -1.

Planta 1

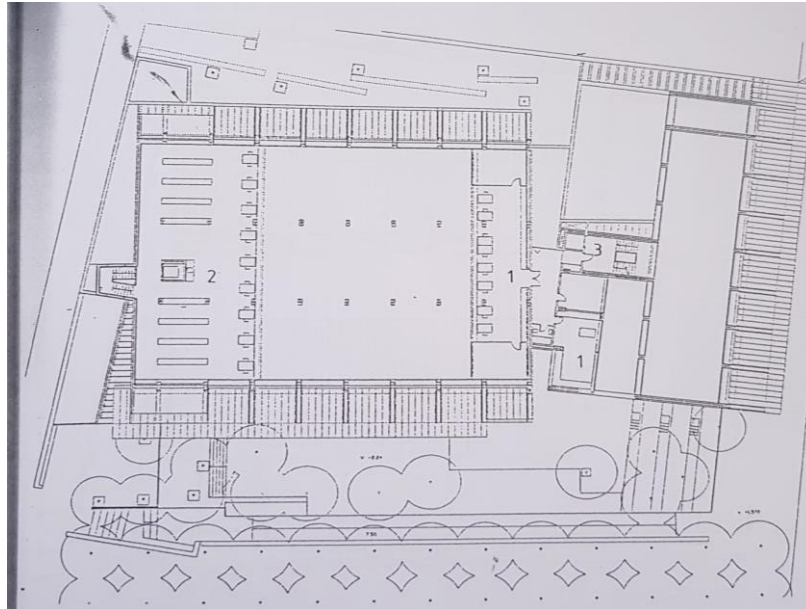


Figura 4: Planta 1.

Planta 2

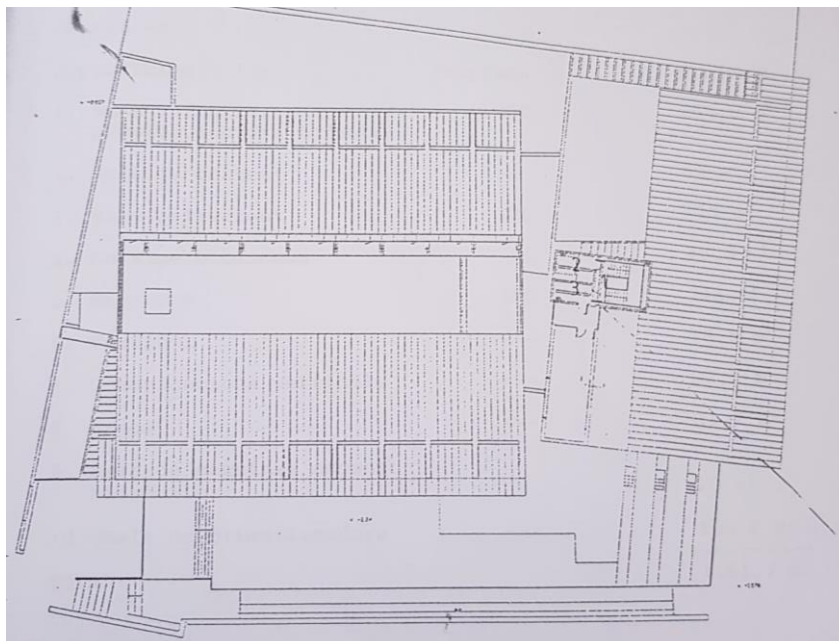


Figura 5: Planta 2.

5.2. Materials

La biblioteca utilitza els següents materials (consultats a la memòria):

5.2.1. Fonaments

L'edifici es recolza sobre pilars de formigó 500S i armat d'acer A/42 sobre sabates. També s'utilitza per a murs de contenció. Per a l'armadura de rases i pous s'utilitza l'acer AEH 500S i H-125 i mateix formigó.

5.2.2 Estructura

L'estructura està formada per formigó H-200 i acer per armar A/42.

5.2.3. Tancaments exteriors

A totes les façanes, d'exterior a interior: maó d'obra vista, una cambra d'aire que disposarà d'un aïllament tèrmic compost per planxes de poliestirè extruït de 40mm de gruix i una paret de maó ceràmic perforat de 5mm de gruix i arrebossat a l'interior.

5.2.4. Paviment interior

La base, en contacte amb el terra, és de 15cm de grava de 50-70mm de grandària màxima i 15cm de formigó h-175 de 20mm de granula.

Com a paviments interiors, de forma general: Linoulem tipus "Krommenie" amb tractament capaç d'absorbir acústicament, desenrotllat sobre una capa de terratzo i capa anivelladora.

Sota del paviment, escales i circulacions: terratzo de 40x60mm microgrà abrillantat i polit. Als tallavents: estores de goma sobre cercles d'acer inoxidable. Els sòcols seran de fusta o terratzo. Els garatges tindran formigó amb remolinat mecànic fins a obtenir un acabat llis. Pintura antipols i antilliscant de poliuretà. Com a paviments exteriors, formigó llis.

5.2.5. Divisions interiors

Paret de totxos ceràmics de 15cm de gruix. En altres compartimentacions, paret de maons perforats tipus "gero" de 15cm de gruix, paredó de totxos ceràmics perforats 10cm de gruix o paret de totxos ceràmics perforats tipus "maó" de 5cm de gruix. En tots els casos, s'aplica morter de ciment P-350.

5.2.6.Revestiments interiors

A excepció de la planta -1 i els serveis, totes les parets i pilars interiors estan arrebossats amb guix. A la zona infantil i escala general, els arrebossadors tenen tauler de D.M. sobre llates de fusta fins a l'altura de 2,20m. Des de 2,20 fins al sostre s'utilitzen planxes de cartó-guix sobre estructura metàl·lica.

La sala d'actes està revestida amb fusta de faig sobre llates de fusta. Els sostres, parets, altell d'instal·lacions i garatge estan arrebossats amb morter de ciment i arremolinats. Els lavabos tenen enrajolat de 20x20 cm sobre morter de ciment.

Sota el formigó de la coberta s'utilitza plaques de cartró-guix de 12mm de gruix, de forma ranurada, amb tel de fibra de vidre de tipus Gyptone.

La zona d'accés a la planta baixa i el sostre de la planta subterrània s'utilitzen planxes tipus Heraklith de 60x120cm sobre perfils d'alumini tipus Omega en una direcció. El sostre dels lavabos estarà compostat de planxes de pladur sobre guies d'alumini.

5.2.7. Recobriments

Pintura sobre parets i sostres amb capa segelladora i dues d'acabat. A les fustes s'utilitzarà esmalt sintètic i insecticida, amb una capa de segellat i tres d'acabat. Vernís sobre fusta d'una capa insecticida i fungicida. Elements metàl·lics amb dues capes antioxidants i dues d'acabat.

5.2.8. Fusteria exterior

S'utilitzarà alumini lacat, amb premarcs d'acer galvanitzat. Perfils Technal o equivalent. La part superior de la sala de lectura i sala de revistes i audiovisuals serà de tipus Hervent. Les persianes seran de PVC i de 15mm de gruix, tipus Llambí.

5.2.9. Fusteria interior

El mobiliari fix estarà format per tauler de fusta de faig 12mm de gruix. Les portes seran de 40mm de gruix amb interior de tauler de faig de 10mm de gruix, tiradors, frontisses i pany d'acer inoxidable.

5.2.10. Envidrament

L'envidrament exterior serà de vidre-cambra d'aire-vidre tipus Climalit. Un dels vidres serà laminat amb resina butiral de composició 8+6 per motius de seguretat i d'aïllament acústic. L'envidrament interior serà de dos fulles amb fusta de faig.

6. LA CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA

6.1. El certificat energètic

Un certificat energètic o certificat d'eficiència energètica és un document de varies planes que permet conèixer les característiques d'un edifici en l'aspecte de consum energètic i emissions de CO_2 , tenint en compte les característiques de l'edifici, equips d'aigua calenta i climatització (calefacció i aire acondicionat) o ventilació, entre altres. Està regit pel *Real Decreto* 235/2013 a Espanya. Un tècnic acreditat tindrà les competències per redactar-lo.

El certificat avalua amb un rang d'entre A i G, sent A la qualificació millor, la més eficient i G la pitjor, la menys eficient. Els criteris bàsics d'avaluació són el consum d'energia (KWh/m^2) i emissions de CO_2 (kg) anuals. També s'inclouen dades com ara dades bàsiques de l'edifici i del tècnic certificador, orientació, sistemes energètics i l'envolupant de l'edifici. Consta de quatre annexos on, respectivament, s'especifiquen la informació tèrmica de l'edifici, consums energètics, recomanacions de millora i les inspeccions i comprovacions realitzades pel tècnic certificador en el moment de la captació de dades.

6.2. L'etiqueta energètica

L'etiqueta energètica, fotografia (CPGrupo, 2019) , és un document annex al certificat energètic, on es resumeixen les dades més importants. Avalua amb un rang d'entre A i G, com en el document. Els criteris bàsics d'avaluació són el consum d'energia i emissions de CO_2 totals anuals.

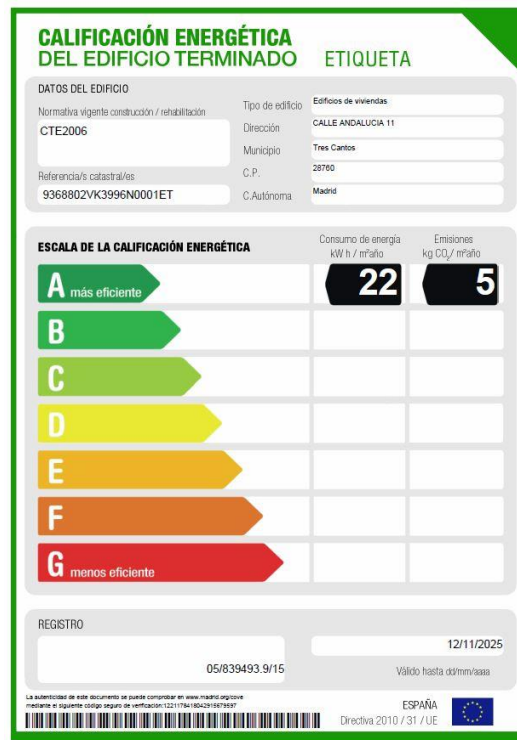


Figura 6: Exemple d'etiqueta energètica. Font: (CPGrupo, 2019).

El certificat energètic i etiqueta energètica resulten imprescindibles per efectuar qualsevol compra o venda d'un edifici. Independentment de que es realitzi o no la venda o compra, s'han de realitzar obligatòriament a partir del mes de juny de 2013. En cas contrari, existiran multes que afectaran al propietari de l'immoble, on suposen un cost d'entre 300 i 600€ en les infraccions lleus, 601 a 1000€ les greus, i 1001 a 6000€ les molt greus. El certificat expira passats els 10 anys. Tant la renovació com la compra del certificat tenen un cost d'uns 150-200€, encara que el cost pot ser superior.

6.3. Procés de certificació energètica

En la realització de la certificació energètica, normalment el tècnic acreditat visita l'edifici a certificar per captar tota la informació necessària, com ara registre de consums, instal·lacions d'aigua calenta, ventilació i climatització i il·luminació. Després, s'utilitza un software certificador autoritzat, on s'introdueixen les dades recollides en la visita i es redacten els resultats i les possibles millores a realitzar. Les eines CE3X, CE3, CERMA o Lider+Calener són exemples de programari certificador. Finalment, una vegada el document certificat energètic és acabat, es lliura a l'administració encarregada perquè aquesta faci la inscripció al registre i faciliti l'etiqueta energètica al client.

7. CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA AMB CE3X

En aquest apartat es resumeixen els passos per crear un certificat energètic amb el programa CE3X:

7.1. Mètode simplificat i mètode exhaustiu

Abans de començar el procés per crear un certificat energètic amb el programa CE3X el certificador ha d'escollir si desitja realitzar un certificat simplificat o un exhaustiu.

Una vegada escollit el tipus de certificat, ha d'escollir, en funció de la seva superfície i ús de l'edifici a certificar, si és residencial, petit terciari o gran terciari. La certificació simplificada utilitza una base de dades que conté el propi programa CE3X, i el mètode exhaustiu consisteix en introduir dades extretes en la visita de l'edifici a certificar.

7.2. Introducció de dades

Una vegada escollit el tipus d'exhaustivitat i d'edifici en la certificació, el certificador visita l'edifici a certificar i recull les dades necessàries que creu convenient per completar els camps d'introducció de dades del CE3X.

- Dades administratives:
 - Nom, direcció, identificació, localitat i província d'on es troba l'edifici.
 - Nom, empresa, dades de contacte del certificador.
 - Nom, empresa, dades de contacte del client.

Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio:

Dirección:

Provincia/Ciudad autónoma: Localidad: Código Postal:

Referencia Catastral: +

Datos del cliente

Nombre o razón social:

Dirección:

Provincia/Ciudad autónoma: Localidad: Código Postal:

Teléfono: E-mail:

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos: NIF:

Razón social: CIF:

Dirección:

Provincia/Ciudad autónoma: Localidad: Código Postal:

Teléfono: E-mail:

Titulación habilitante según normativa vigente:

Figura 7: Exemple de dades administratives.

- Dades generals:
 - Normativa vigent en que es va expedir la llicència d'obra i any de construcció.
 - Perfil d'ús: pregunta la intensitat d'ús (alta, mitjana o baixa) i la quantitat d'hores que està operatiu (8, 12, 16 o 24h).
 - Zona climàtica.
 - Província, localitat i comunitat autònoma per determinar la zona climàtica en que està l'edifici.
 - Tipus d'edifici: habitatge individual, bloc de pisos o habitatge de caràcter unifamiliar.
 - Superfície útil.
 - Alçada de planta.
 - Nombre de plantes de l'edifici habitables.
 - Ventilació de l'edifici en renovacions/hora.
 - Massa de particions: lleugera, mitjana i pesada
 - Consum total diari d'aigua calenta sanitària
 - Marcar si s'ha assajat o no l'estanqueïtat de l'edifici.
 - Imatge de l'edifici.

Datos administrativos Datos generales **Envolverte tèrmica** Instalaciones

Datos generales

Normativa vigente: NBE-CT-79 ? Año construcción: 1998

Tipo de edificio: Edificio completo Perfil de uso: Intensidad Media - 8h

Provincia/Ciudad autónoma: Barcelona Localidad: Terrasa Zona climática: D2 HE-1 HE-4 III

Definición edificio

Superficie útil habitable: 3125 m²

Altura libre de planta: 3 m

Número de plantas habitables: 3

Ventilación del inmueble: 0.8 ren/h

Demanda diaria de ACS: 1800 l/día

Masa de las particiones internas: Ligera

☐ Se ha ensayado la estanqueidad del edificio



 

Imagen edificio Plano situación

Figura 8: Exemple de dades generals.

- Envolverte tèrmica: consta d'una sèrie d'elements constructius que separen l'espai interior de l'edifici de l'exterior de l'edifici o també entre altres espais interiors.
 - Murs: són les parets de l'edifici. Poden tenir contacte amb el terra, amb la façana o amb un altre edifici.
 - Cobertes: tanquen la part superior de l'edifici. Poden ser enterrades o estar en contacte amb l'exterior.
 - Terres: tanquen la part inferior de l'edifici, estant en contacte amb el terra o amb l'exterior.
 - Murs interiors: separen sales interiors. Poden separar una sala superior o inferior.
 - Buits i claraboies: representen les finestres o portes d'entrada i sortida de a l'edifici. Són els forats dels murs i cobertes que solament estan en contacte amb l'exterior de l'edifici.
 - Ponts tèrmics: Representen localitzacions de l'edifici on pot existir una especial fuga tèrmica. Poden ser pilars en contacte amb façanes, pilars en cantonada, caixes de persianes, buits, contacte entre façana i forjats o façana i cobertes, façana i terra o façana i solera.

Envolvente tèrmica

Instal·lacions

Envolvente tèrmica del edifici

☒ Cubierta
☐ Enterrada

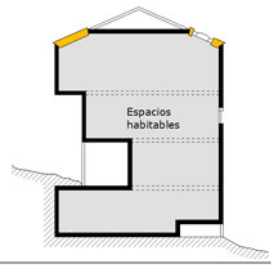
☐ Muro
☒ En contacto con el aire

☐ Suelo

☐ Partición interior

☐ Hueco/Lucernario

☐ Puente térmico



Cubierta en contacto con el aire

Nombre

Cubierta con aire

Dimensiones

Superficie

m2

Longitud

m

Anchura

m

Características

Zona

Edificio Objeto

Patrón de sombras

Sin patrón

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas

Por defecto

Transmitancia térmica

1.2

W/m2K

Clase de cubierta

Cubierta plana

Figura 9: Exemple d'envolupant tèrmica.

- Instal·lacions: representen els dispositius actius que escalfen, ventilen o refreden l'interior de l'edifici amb l'objectiu de mantenir una temperatura adequada i relativament constant, independentment de la temperatura exterior. També representen els encarregats de proporcionar aigua calenta sanitària, les aportacions energètiques exteriors o d'il·luminació.
 - Equip d'ACS
 - Equip de només calefacció o només refrigeració.
 - Equip que combina els anteriors.
 - Equip mixt de calefacció i ACS.
 - Equip mixt de calefacció, ACS i refrigeració.
 - Contribucions energètiques: cogeneració o energies renovables.
 - Equips d'il·luminació.
 - Equips d'aire primari.

26

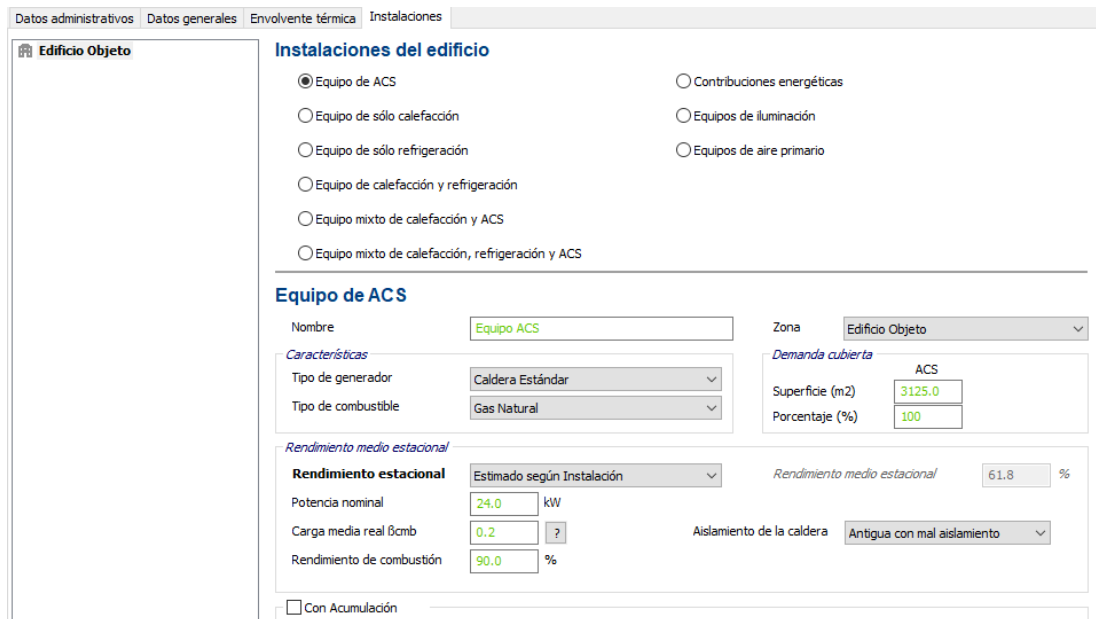


Figura 10: Exemple d'instal·lacions.

- Patrons d'ombra: les ombres produïdes per obstacles o altres edificis propers a l'edifici poden influenciar tèrmicament els buits i claraboies, cobertes, murs o altres elements de l'edifici en estudi, segons l'hora del dia. Mitjançant els patrons d'ombra es permet simular com aquests obstacles influiran tèrmicament a l'edifici.

7.3. Obtenció de la qualificació energètica

Una vegada introduïdes totes les dades descrites anteriorment, el programa permetrà redactar observacions que el certificador cregui convenient i expedirà un certificat energètic.

8. CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA SIMPLIFICADA DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE TERRASSA AMB CE3X

En aquest apartat i els següents s'aplicarà la teoria explicada anteriorment, per poder aplicar-la a l'estudi sobre la certificació energètica de la Biblioteca Central de Terrassa en el mètode simplificat. Les dades provenen de la memòria i plànols, excepte les especificades.

8.1. Dades administratives

Primerament, s'inicia el programa i es selecciona "gran terciario" com a tipus d'edifici.

Certificación energética simplificada de edificios existentes

Tipo de edificio

Residencial

Pequeño terciario

Gran terciario

Figura 11: Tipus d'edifici.

Es completen els següents camps, tal i com es pot observar en la figura. El client representa el tutor del Treball de Fi de Grau, Miquel Casals Casanova, i el tècnic certificador l'autor, Ignacio Sánchez Grau. La referència cadastral i superfície útil de la biblioteca han estat obtinguts visitant la (Sedecatastro, 2019). Com s'ha comentat (apartat 5), es considerarà la superfície útil de la biblioteca com a 3125 m^2 .

Información de parcelas e inmuebles

PARCELA CATASTRAL 7526703DG1072D

Croquis



Parcela construida sin división horizontal
PS LLETRES 1
TERRASSA (BARCELONA)
3.548 m²

Fotografia fachada



INFORMACIÓN DE LOS INMUEBLES
Excel

7526703DG1072D0001MG CL SANT GAIETA, DE 98
Cultural | 5.513 m² | 100,00% | 2000

Figura 12: Referència cadastral de la biblioteca. Font: Sedecatastro, 2019).

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio	Biblioteca Central de Terrassa		
Dirección	Passeig Lletres, 1		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Código Postal	08221		
Referencia Catastral	7526703DG1072D0001MG +		

Datos del cliente

Nombre o razón social	Miquel Casals Casanova		
Dirección	Calle Colom 11		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Código Postal	08222		
Teléfono		E-mail	miquel.casals@upc.edu

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos	Ignacio Sánchez Grau	NIF	12345678A
Razón social	Trabajo de Fin de Grado	CIF	00000000A
Dirección	Calle Colom 11		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Código Postal	08222		
Teléfono		E-mail	ignacio.sanchez.grau@estudiant.upc.edu
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales		

Figura 13: Dades administratives.

8.2. Dades generals

La normativa vigent és la NBE-CT-79 (Ministerio de la presidencia, 2019a), ja que l'edifici data de 1998. Sobre el perfil d'ús, es pot determinar de forma aproximada a partir de l'horari d'apertura de la biblioteca. L'horari de la biblioteca es pot obtenir visitant la seva pàgina web (Ajuntament de Terrassa, 2019).

Horari estàndard: per defecte, excepte festius i altres horaris.

Horari estàndard	
Dia	Horari
Dilluns-divendres	10-20:30h
Dissabte	10-14h i 16-20:30h

Taula 2: Horari estàndard.

En aquest cas, de dilluns a divendres s'obre 10,5h, i dissabte 8,5h. La mitjana aritmètica d'hores d'obertura diària és d'aproximadament 9 hores.

Horari especial: Com a altres horaris tenim: 15-25 d'abril. 1 de juliol a l'1 de setembre i 24 de desembre al 5 de gener.

Horari especial	
Dia	Horari
Dilluns-divendres	10-14h i 16-20:30h
Dissabte	10-14h

Taula 3: Horari especial.

En aquest cas, de dilluns a divendres s'obre 8,5h i dissabte 4h. La mitjana aritmètica d'hores d'obertura diària és d'aproximadament 7 hores.

Horari nit d'estudi: 20 de maig al 27 de juny.

Horari nit d'estudi	
Dia	Horari
Dilluns-dissabte	20:30h a 0:00h.

Taula 4: Horari nit d'estudi.

En aquest cas, de dilluns a dissabte s'obre $10,5h + 3,5h = 14h$, ja que es suma l'horari nit d'estudi a l'horari estàndard.

En tots els casos, al diumenge la biblioteca roman tancada, i els dies 1 i 5 de gener, del 18 al 22 d'abril, 1 de maig, 1 de juliol, 15 d'agost, 11 de setembre, 12 d'octubre, 2, 4 i 15 de novembre, 6, 7, 25 i 26 de desembre, almenys aquest any 2019.

Una vegada coneguts els horaris, es poden resumir en la següents taules per calcular les hores totals d'obertura de la biblioteca. Necessitarem les hores de funcionament totals de la biblioteca en els apartats posteriors. Cada color representa una llegenda. S'estimaran considerant el calendari 2019:

Hores de funcionament 1					
Dia	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig
1	0,0	10,5	10,5	10,5	0,0
2	8,5	8,5	8,5	10,5	10,5
3	8,5	0,0	0,0	10,5	10,5
4	8,5	10,5	10,5	8,5	8,5
5	0,0	10,5	10,5		0,0
6	0,0	10,5	10,5		10,5
7	10,5	10,5	10,5	0,0	10,5
8	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
9	10,5	8,5	8,5	10,5	10,5
10	10,5	0,0	0,0	10,5	10,5
11	10,5	10,5	10,5	10,5	8,5
12	8,5	10,5	10,5	10,5	0,0
13	0,0	10,5	10,5	8,5	10,5
14	10,5	10,5	10,5	0,0	10,5
15	10,5	10,5	10,5	8,5	10,5
16	10,5	8,5	8,5	8,5	10,5
17	10,5	0,0	0,0	8,5	10,5
18	10,5	10,5	10,5	0,0	8,5
19	8,5	10,5	10,5	0,0	0,0
20	0,0	10,5	10,5	0,0	14,0
21	10,5	10,5	10,5	0,0	14,0
22	10,5	10,5	10,5	0,0	14,0
23	10,5	8,5	8,5	8,5	14,0
24	10,5	0,0	0,0	8,5	14,0
25	10,5	10,5	10,5	8,5	12,0
26	8,5	10,5	10,5	10,5	0,0
27	0,0	10,5	10,5	8,5	14,0
28	10,5	10,5	10,5	0,0	14,0
29	10,5	0,0	10,5	10,5	4,0
30	10,5	0,0	8,5	10,5	14,0
31	10,5	0,0	0,0	0,0	14,0
Total mensual (h)	250,5	244,0	263,0	213,0	293,5
Total any (h)	2971		Estàndard Dll-Dv	Dss estàndard	Dg

Taula 5: Hores de funcionament 1.

Hores de funcionament 2						
Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
12,0	0,0	8,5	0,0	10,5	10,5	0,0
0,0	8,5	8,5	10,5	10,5	0,0	10,5
14,0	8,5	4,0	10,5	10,5	0,0	10,5
14,0	8,5	0,0	10,5	10,5	0,0	10,5
14,0	8,5	8,5	10,5	8,5	10,5	10,5
14,0	4,0	8,5	10,5	0,0	10,5	10,5
14,0	0,0	8,5	8,5	10,5	10,5	0,0
12,0	8,5	8,5	0,0	10,5	10,5	0,0
0,0	8,5	8,5	10,5	10,5	8,5	10,5
14,0	8,5	4,0	10,5	10,5	0,0	10,5
14,0	8,5	0,0	0,0	10,5	10,5	10,5
14,0	8,5	8,5	10,5	0,0	10,5	10,5
14,0	4,0	8,5	10,5	0,0	10,5	10,5
14,0	0,0	8,5	8,5	10,5	10,5	8,5
12,0	8,5	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0
0,0	8,5	8,5	10,5	10,5	8,5	10,5
14,0	8,5	4,0	10,5	10,5	0,0	10,5
14,0	8,5	0,0	10,5	10,5	10,5	10,5
14,0	8,5	8,5	10,5	8,5	10,5	10,5
14,0	4,0	8,5	10,5	0,0	10,5	10,5
14,0	0,0	8,5	8,5	10,5	10,5	8,5
12,0	8,5	8,5	0,0	10,5	10,5	0,0
0,0	8,5	8,5	10,5	10,5	8,5	
0,0	8,5	4,0	10,5	10,5	0,0	8,5
14,0	8,5	0,0	10,5	10,5	10,5	0,0
14,0	8,5	10,5	10,5	8,5	10,5	0,0
14,0	4,0	10,5	10,5	0,0	10,5	8,5
10,5	0,0	10,5	8,5	10,5	10,5	8,5
10,5	8,5	10,5	0,0	10,5	10,5	8,5
0,0	8,5	10,5	10,5	10,5	8,5	8,5
0,0	8,5	8,5	0,0	10,5	0,0	8,5
321,0	203,0	213,0	244,0	267,0	233,5	225,5
Ds nit estiu.	Especial DII-Dv			Festiu	Estàndard+estudi nit	

Taula 6: Hores de funcionament 2.

Tenim un total de 2971 hores d'oberta al públic.

En quant a l'ACS, la biblioteca no en disposa. Per tant, la demanda diària serà de 0 litres diaris. L'altura i superfície de les plantes s'ha extret dels plànols i memòria de la biblioteca. No es considera l'estanqueïtat de l'edifici.

Per calcular el nombre de renovacions diàries d'aire, es suposarà per defecte. La massa de les particions serà lleugera, ja que, predominantment, s'utilitza cartó-guix en les particions interiors (veure materials a l'apartat 5).

En l'apartat 8.4 es pot trobar s'especifica amb més detall el funcionament i característiques tècniques d'aquests equips.



Datos administrativos	Datos generales	Envolverte térmica	Instalaciones
Datos generales			
Normativa vigente	NBE-CT-79	Año construcción	1998
Tipo de edificio	Edificio completo	Perfil de uso	Intensidad Media - 8h
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrasa
		Zona climática	HE-1 D2 HE-4 III
Definición edificio			
Superficie útil habitable	3125	m2	 
Altura libre de planta	3	m	
Número de plantas habitables	3		
Ventilación del inmueble	0.8	ren/h	
Demanda diaria de ACS	0	l/día	
Masa de las particiones internas	Ligera		
<input type="checkbox"/> Se ha ensayado la estanqueidad del edificio			

Figura 14: Dades generals.

8.3. Envolupant tèrmica

8.3.1. Coberta

A continuació es mostren les cobertes de la biblioteca. Totes les fotos són de (Google Maps, 2019).

Coberta 1



Figura 15: Coberta 1.

Coberta 2



Figura 16: Coberta 2.

Coberta 3



Figura 17: Coberta 3.

Coberta 4

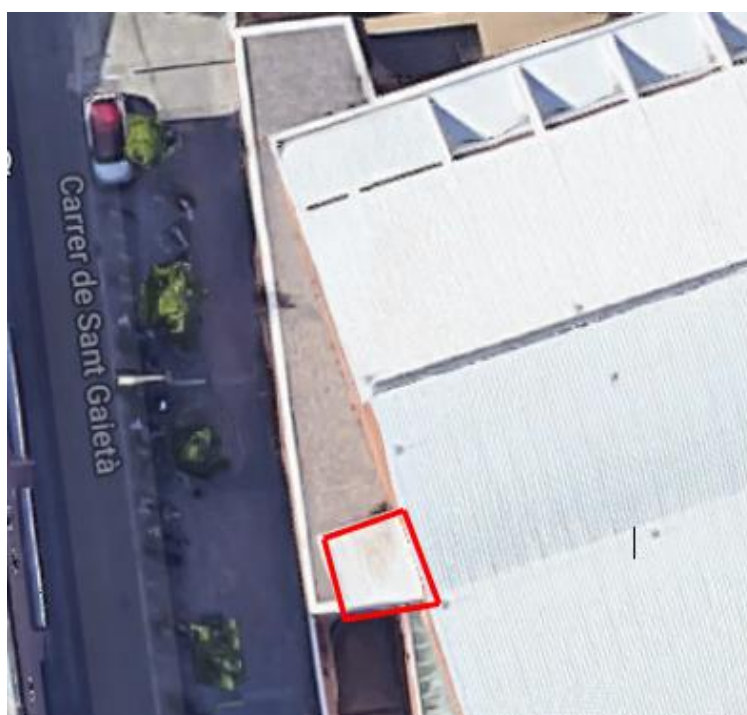


Figura 18: Coberta 4.

Coberta 5



Figura 19: Coberta 5.

Coberta 6

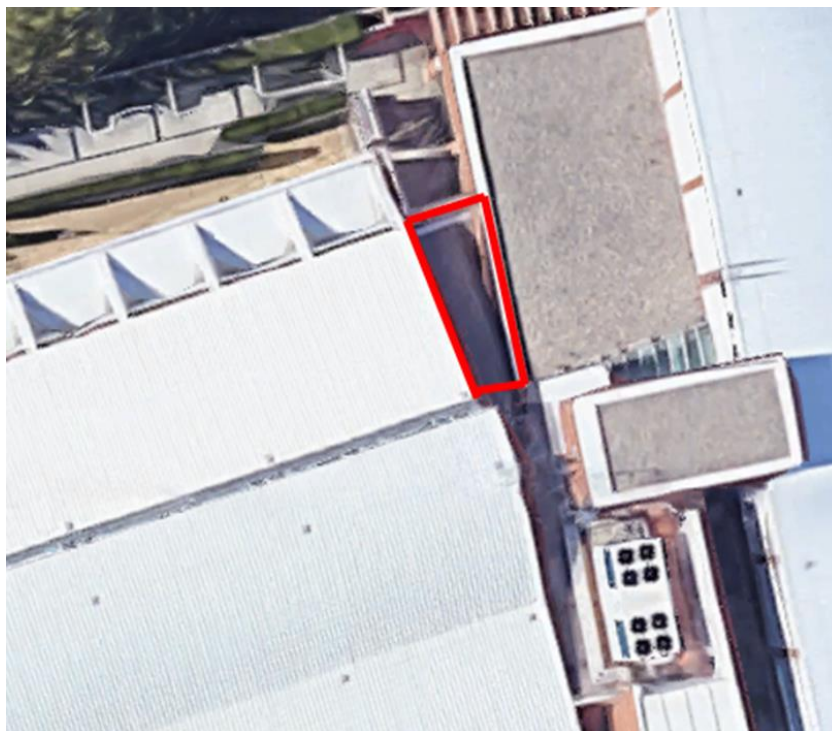


Figura 20: Coberta 6.

Coberta 7



Figura 21: Coberta 7

Coberta 8



Figura 22: Coberta 8.

Coberta 9



Figura 23: Coberta 9.

Coberta 10



Figura 24: Coberta 10.

Coberta 11



Figura 25: Coberta 11.

Coberta 12



Figura 26: Coberta 12.

Coberta 13



Figura 27: Coberta 13.

Coberta 14

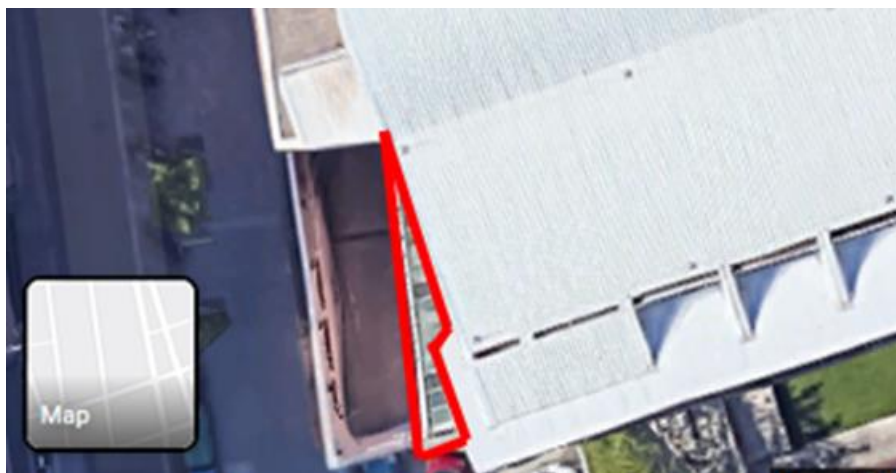


Figura 28: Coberta 14.

Les cobertes es poden representar en la següent taula. Les dades de la taula són les que s'introduiran al programa CE3X. Les propietats tèrmiques són per defecte. El patró d'ombres no s'aplica concretament en les cobertes, ja que no tenen cap obstacle.

Nota: quan la forma de la superfície és irregular, no resulta possible definir-la només amb termes d'amplada i de llargada. Aquesta situació s'indica a la taula com a "irregular".

Cobertes			
Coberta	Superfície (m ²)	LongitudxAmplada (m)	Tipus de coberta
1	993,75	37,5X26,5	Inclinada
2	123,75	37,5X3,3	Inclinada
3	105,6	32X3,3	inclinada
4	12,18	irregular	plana
5	76,03	irregular	plana
6	30,22	irregular	plana
7	17,43	irregular	plana
8	125	irregular	plana
9	51,75	11,5x4,5	plana
10	38,22	9,1x4,2	plana
11	13,86	4,2x3,3	plana
12	44,88	13,6x3,3	plana
13	405,04	33,2x12,2	inclinada
14	18,17	Irregular	plana

Taula 7: Cobertes.

8.3.2. Murs

Una vegada vistes les cobertes, es pot procedir a analitzar els murs de la biblioteca. És necessari, però, conèixer l'orientació de cada façana de l'edifici. De l'orientació en dependrà la quantitat de radiació solar rebuda.

Per exemple, una façana orientada al sud rebrà més radiació que una orientada al nord. Aquest fet pot ser avantatjós a l'hivern, ja que contribueix a escalfar l'interior de l'edifici, tot reduint la demanda tèrmica. D'altra banda, pot ser un inconvenient a l'estiu, on provocarà el mateix efecte, augmentant el consum energètic dels climatitzadors.

Per realitzar l'estudi de l'orientació, s'ha utilitzat el Google Maps, observant la brúixola en relació a l'orientació de l'edifici, basant-se en rosa dels vents. (Recheronline, 2019), orientació segons l'angle (Ambientweather, 2019) i l'ús del transportador d'angles (Onlineprotactor, 2019).

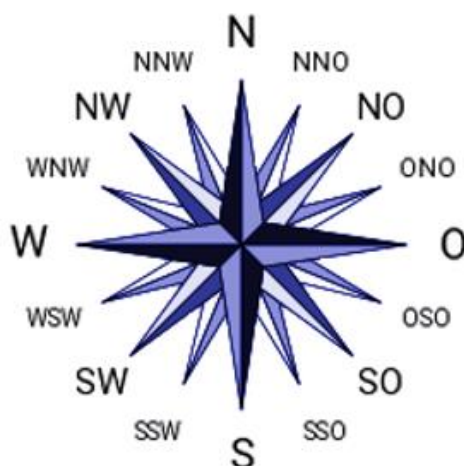


Figura 29: Rosa dels vents. Font: (Rechersonline, 2019).

Compass point	Abbr.	Heading
North	N	0°
North-East	NE	
East	E	90° (45°×2)
South-East	SE	135° (45°×3)
South	S	180° (45°×4)
South-West	SW	225° (45°×5)
West	W	270° (45°×6)
North-West	NW	315° (45°×7)

Figura 30: Orientacions de la rosa dels vents.
Font: (Ambientweather, 2019).

A partir d'aquí es determinarà l'orientació de les façanes de la biblioteca. En les següents fotografies es mesura amb l'ajuda de (Google Maps, 2019) i el transportador d'angles, utilitzant l'eina (Onlineprotactor, 2019).

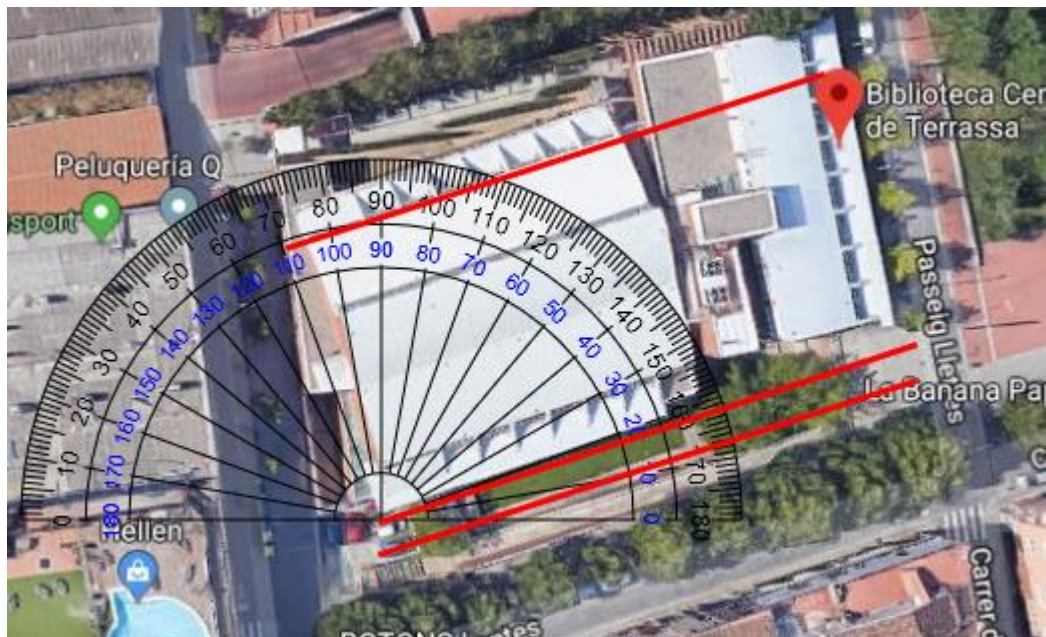


Figura 31: Mesura de la façana nord i sud. Font: (Onlineprotactor, 2019).

Observem que les línies són paral·leles. Per tant, la biblioteca en la seva façana nord i sud.

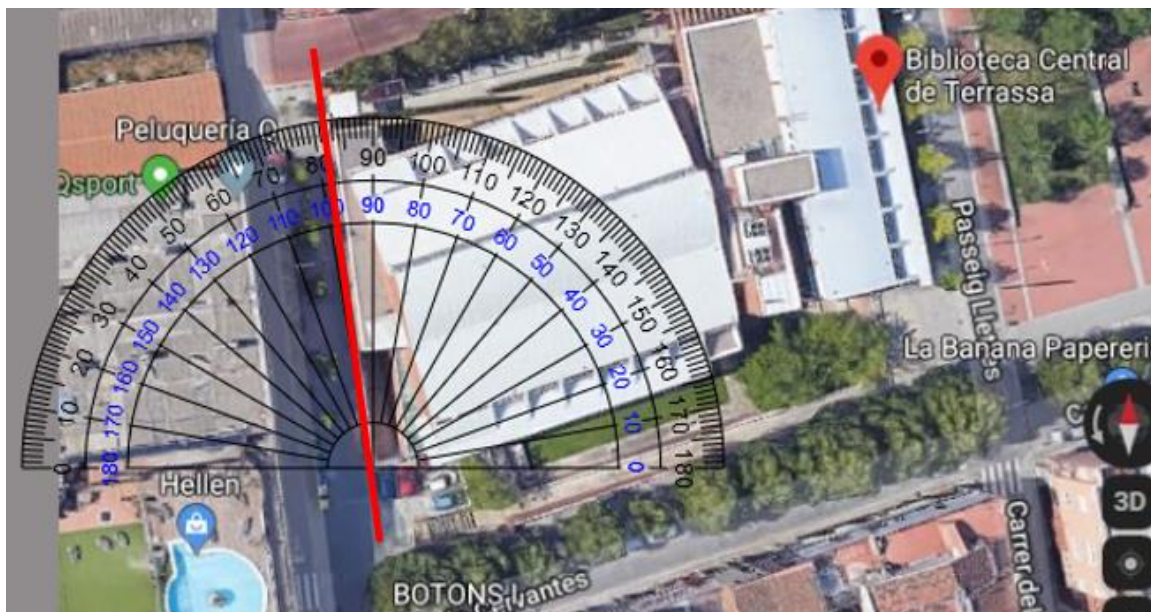


Figura 32: Mesura de la façana oest. Font: (Onlineprotactor, 2019).

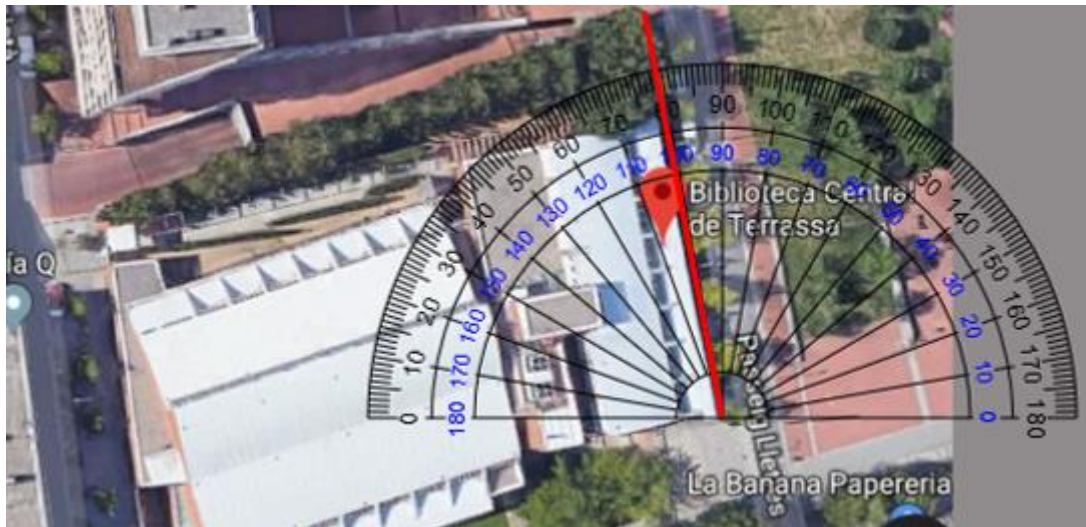


Figura 33: Mesura de la façana est. Font: (Onlineprotactor, 2019).

S'observa que biblioteca està orientada, aproximadament (mesurats en sentit antihorari respecte horitzontal dirigida cap a l'est):

- Façana nord i sud 20° , respectivament.
- Façana oest 98° i 102° , respectivament.

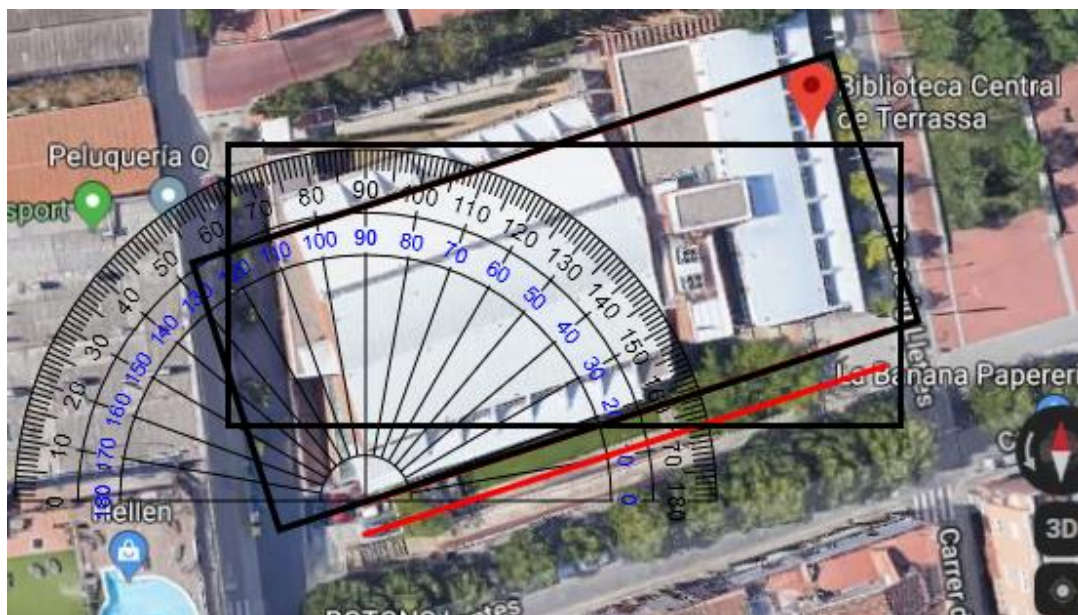


Figura 34: Comparació angular. Font: (Onlineprotactor, 2019).

Tenint en compte la orientació dels angles i els intervals de les orientacions, es pot afirmar que la biblioteca forma un rectangle aproximadament regular, rotat 20° en sentit antihorari, com es veu a la figura, format per les quatre façanes. Seguint les indicacions de la figura 26, les façanes tindran orientació façana Nord (0°), Sud (180°), Est (90°) i Oest (270°). Angles mesurats des de eix vertical mirant cap al nord, sentit horari.

Ara es mostraran els murs. Les fotografies són de (Google Maps, 2019), excepte les 34, 35, 36, 39, 42, 43, 44, 45, 47 i 54, que són pròpies.

Mur 1 i 2



Figura 35: Mur 1 i 2.

Mur 3 i 4



Figura 36: Mur 3 i 4.

En el Mur 8, en la zona marcada en vermell, no es té en compte a efectes de pèrdues tèrmiques, ja que aquesta zona està en contacte amb l'exterior per les dues cares.

Mur 5, 6, 7, 8

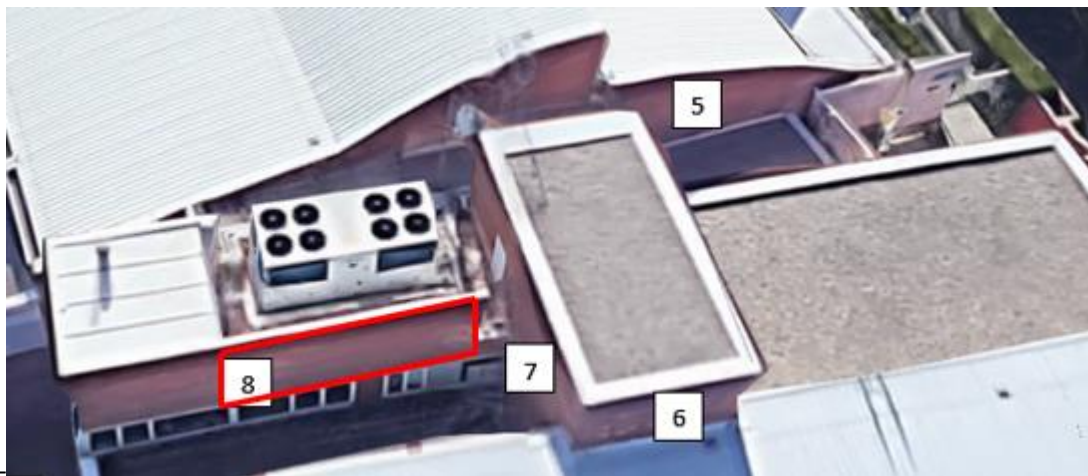


Figura 37: Mur 5, 6, 7, 8.



Figura 38: Mur 8.



Figura 40: Mur 7.

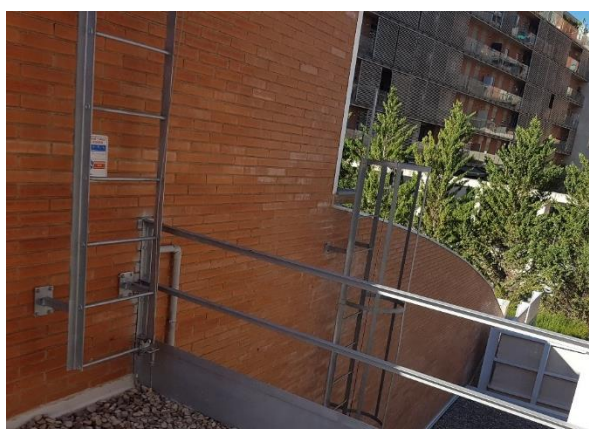


Figura 39: Mur 5.

Murs 9, 10, 11, 12, 13 i 14



Figura 41: Mur 9, 10, 11, 12, 13, 14.

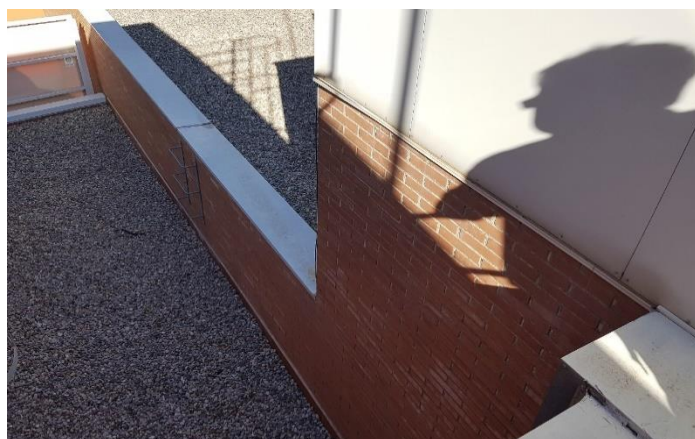


Figura 42: Mur 14.



Figura 43: Mur 11.

Mur 15



Figura 44: Mur 15.

Mur 16, 17

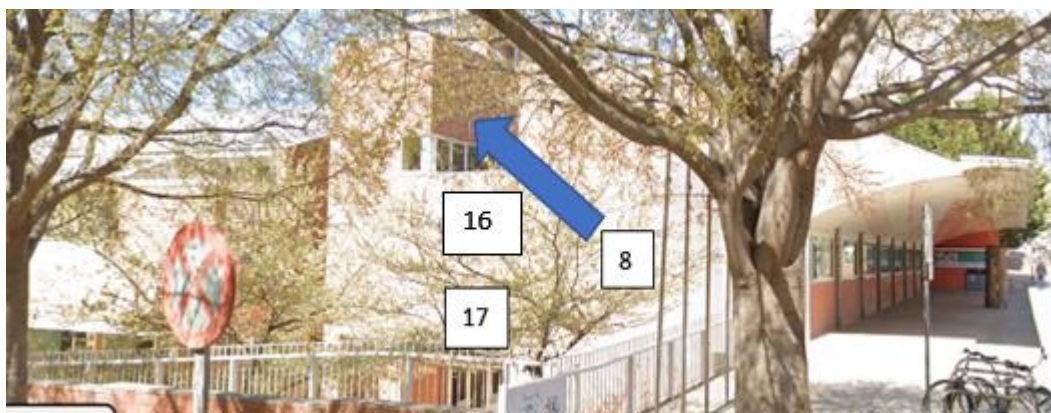


Figura 45: Mur 8, 16, 17.

Mur 17, 18, 19, 20, 21

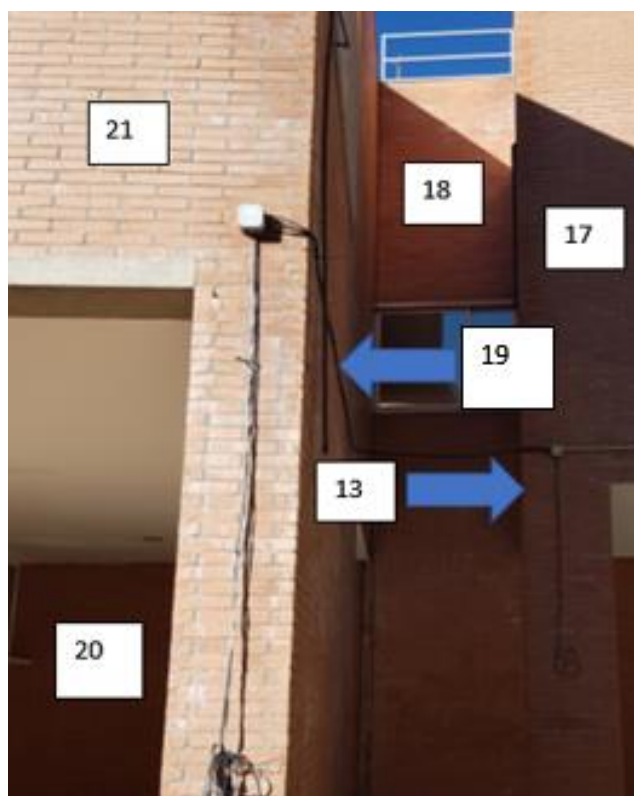


Figura 47: Mur 17, 18, 19, 20, 21.



Figura 46: Mur 13.

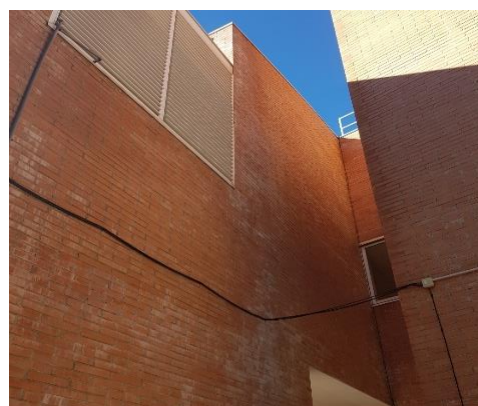


Figura 48: Mur 19.

Mur 20, 21



Figura 49: Mur 20, 21.

Mur 22



Figura 50: Mur 22.

Mur 23, 24, 25, 26, 27, 28



Figura 51: Mur 23, 24, 25, 26, 27, 28.

Mur 29



Figura 52: Mur 29.

Mur 30



Figura 53: Mur 30.

Mur 31



Figura 54: Mur 31.

Mur 32



Figura 55: Mur 32.

Mur 33



Figura 56: Mur 33.

Mur 34



Figura 57: Mur 34.

Mur 35



Figura 58: Mur 35.

Els murs es poden agrupar segons la seva orientació:

Orientació murs	
Orientació	Número
N	2, 3, 10, 12, 26, 29, 30, 31, 33
S	7, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23
E	1, 5, 6, 8, 15, 19, 34
W	4, 9, 11, 13, 14, 24, 25, 27, 28, 32, 35

Taula 8: Orientació murs.

S'especifiquen les seves dimensions:

Murs		
Mur	Superfície (m ²)	LongitudxAmplada (m ²)
1	20,4	5,1x4
2	12	3x4
3	128	32x4
4	11,7	6,5x1,8
5	25,2	irregular
6	12,96	4,8x2,7
7	36,27	irregular
8	38,8	irregular
9	49,91	16,1x3,1
10	25,76	irregular
11	16,28	irregular
12	34,16	12,2x2,8
13	36	4x9
14	12,24	6,8x1,8
15	128	32x4
16	101,15	irregular
17	40,5	9x4,5
18	14,85	9,9x1,5
19	46,98	irregular
20	120,24	33,4x3,6
21	257,4	irregular
22	13,8	4,6x3
23	6,12	3,4x1,8
24	5,4	3x1,8
25	54,8	13,7x4
26	5,76	3,2x1,8
27	103,2	25,8x4
28	52,46	irregular
29	7,59	3,45x2,2
30	46,41	irregular
31	11,2	4x2,8
32	9,75	12x3,1
33	6,16	2,8X2,2
34	11,2	3,5X3,2
35	13,65	3,5X3,9

Taula 9:Murs.

Nota: quan la forma de la superfície és irregular, no resulta possible definir-la només amb termes d'amplada i de llargada. Aquesta situació s'indica a la taula com a "irregular".

8.3.3. Terra

Tenim una superfície de 2032 m² en contacte amb el terreny de la biblioteca consultat als documents proporcionats per l'Ajuntament de Terrassa (Soningeo Energy, 2015b). El seu gruix és de 15cm de grava i 15cm de formigó H-175 (consultat a la memòria). Propietats tèrmiques per defecte.

8.3.4. Buits i claraboies

Els buits i claraboies representen les finestres i portes de la biblioteca. Es diferencien les particions interiors i els ponts tèrmics. Les propietats es consideren estimades, la permeabilitat del buit, al ser porta corredora, és poc estanc. El tipus de marc i tipus de vidre són metàl·lic sense RPT (ruptura de pont tèrmic) i el vidre doble, respectivament.

Buits i claraboies: finestres				
Buit	Tancament associat	LongitudxAmplada (m)	Superfície (m ²)	Multiplificador
1	Coberta 1	4x2	8	8
2	Coberta 1	2,1x1,8	3,78	1
3	Coberta 2	4x1,3	5,2	7
4	Coberta 3	4x1,3	5,2	7
5	Coberta 8	irregular	10,1	1
6	Coberta 13	4x1,3	5,2	8
7	Coberta 14	irregular	18,17	1
8	Mur 3	5x2,5	12,5	7
11	Mur 8	7,8x1,3	10,14	1
12	Mur 8	2,8x1,3	3,64	1
13	Mur 9	3,9x2,5	9,75	4
14	Mur 13	4,1x1,3	5,33	1
15	Mur 15	3,9x1,2	4,68	7
16	Mur 16	1,3x1,1	1,43	1
17	Mur 16	irregular	12	1
19	Mur 18	1,8x1,3	2,34	1
20	Mur 19	2,5x2,3	5,75	1
21	Mur 20	4,3x2,3	9,89	7
22	Mur 21	4,3x2,3	9,89	7
23	Mur 21	2,5x2,3	5,75	1
24	Mur 23	3,4x1,8	6,12	1
25	Mur 24	3x1,8	5,4	1
26	Mur 26	3x1,8	5,4	1
28	Mur 30	6,1x2,2	13,42	1
29	Mur 32	3,9x2,5	9,75	3
30	Mur 33	2,5x2,2	5,5	1
31	Mur 34	2,5x1,3	3,25	1
33	Mur 35	irregular	8,15	1

Taula 10: Buits i claraboies: finestres.

Buits i claraboies: portes				
Buit	Tancament associat	Longitudxamplada (m)	Superfície total (m ²)	Fulles
9	Mur 3	2,5x2,2	5,5	2 de 1,1x2,5
10	Mur 7	2x0,9	1,8	1
18	Mur 16	2,5x2,2	5,5	2 de 1,1x2,5
27	Mur 27	2x1	2	1
32	Mur 34	2,5x2,2	5,5	2 de 1,1x2,5
34	Mur 35	2,5x2,2	5,5	2 de 1,1x2,5

Taula 11: Buits i claraboies: portes.

Es mostren alguns buits i claraboies que no es poden veure clarament a les figures que mostraven els murs.



Figura 60: Porta (32).



Figura 59: Finestra (18).

La biblioteca també disposa de dispositius de protecció solar. La biblioteca disposa de 3 voladissos que protegeixen del sol i la pluja. Estan situats un a l'entrada de la biblioteca, i dos en la façana sud. Aquests dispositius afecten als buits 15, 21, 22 i 23, respectivament, on tots són finestres. Les fotografies són de (Google Maps, 2019).



Figura 62: Voladiu 1.



Figura 61: Voladiu 2.



Figura 63: Voladiu 3.

Les següents imatges mostren les mesures dels voladizos, introduïdes al programa CE3X als buits (Finestres) corresponents.

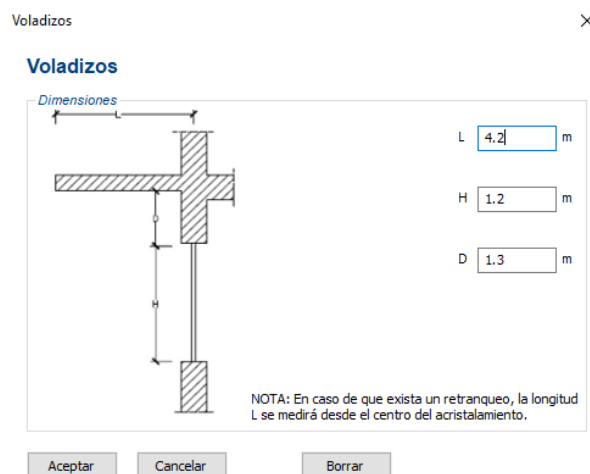


Figura 65: Voladiu CE3X 1.

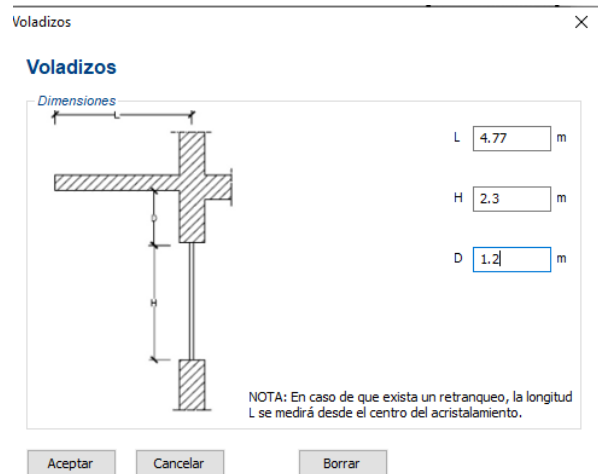


Figura 64: Voladiu CE3X 2.

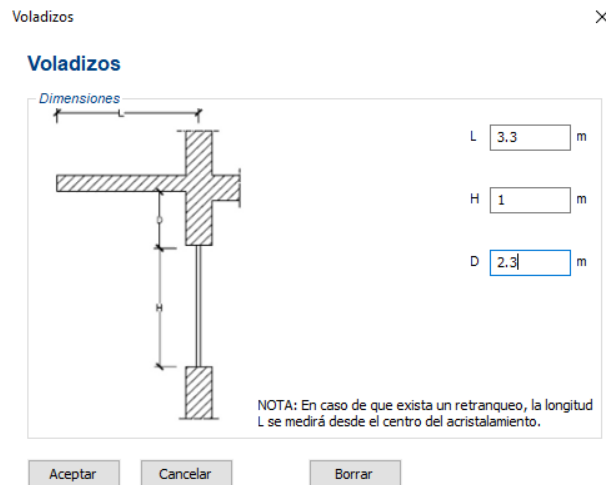


Figura 66: Voladiu CE3X 3.

8.3.5. Ponts tèrmics

No s'ha trobat informació específica dels ponts tèrmics. Per tant, s'han suposat les opcions que el programa CE3X considera per defecte.

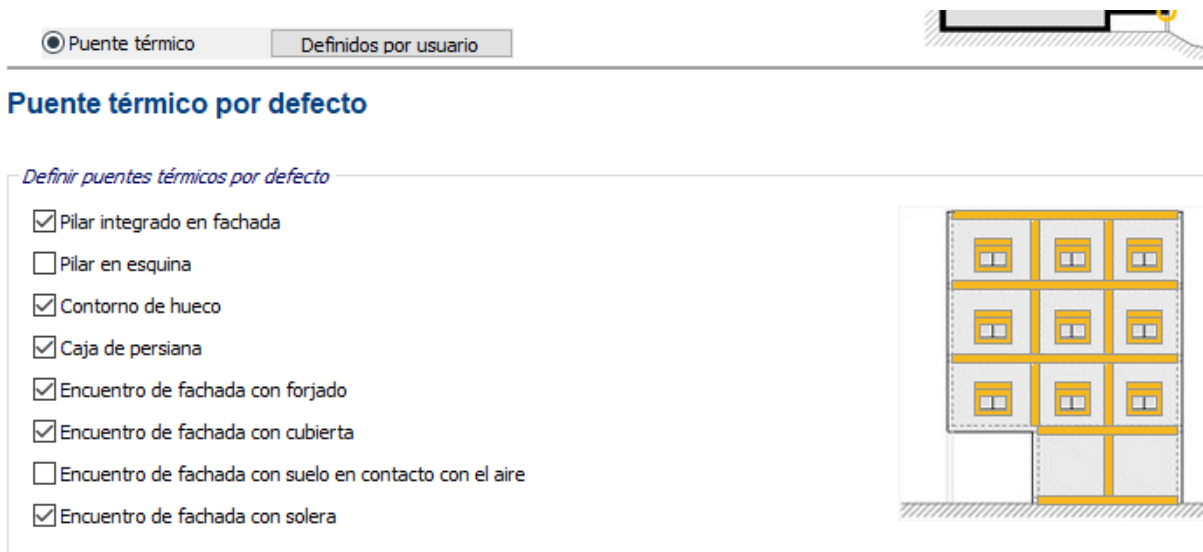


Figura 67: Ponts tèrmics.

8.3.6. Patrons d'ombra

El patró d'ombres permet veure com afecten els edificis o altres obstacles a l'edifici en termes tèrmics, ja que poden projectar una ombra. Es separa cada patró d'ombra segons la seva orientació. En la realització dels patrons d'ombra s'utilitzarà el mètode simplificat de CE3X. L'altura dels edificis ha estat estimada amb (Google Earth, 2019) i la distància amb (Google Maps, 2019).



Figura 68: Perspectiva de la biblioteca. Font: (Google Maps, 2019).

En l'orientació oest l'altura mitjana és de 11m. Al sud, nord oest l'altura mitjana és de 10m. En l'orientació est no hi ha cap edifici que pugui fer ombra. Els buits i claraboies de la coberta no tenen orientació, ja que s'orienten cap al cel.

Es mostra un exemple de patró d'ombra realitzat:

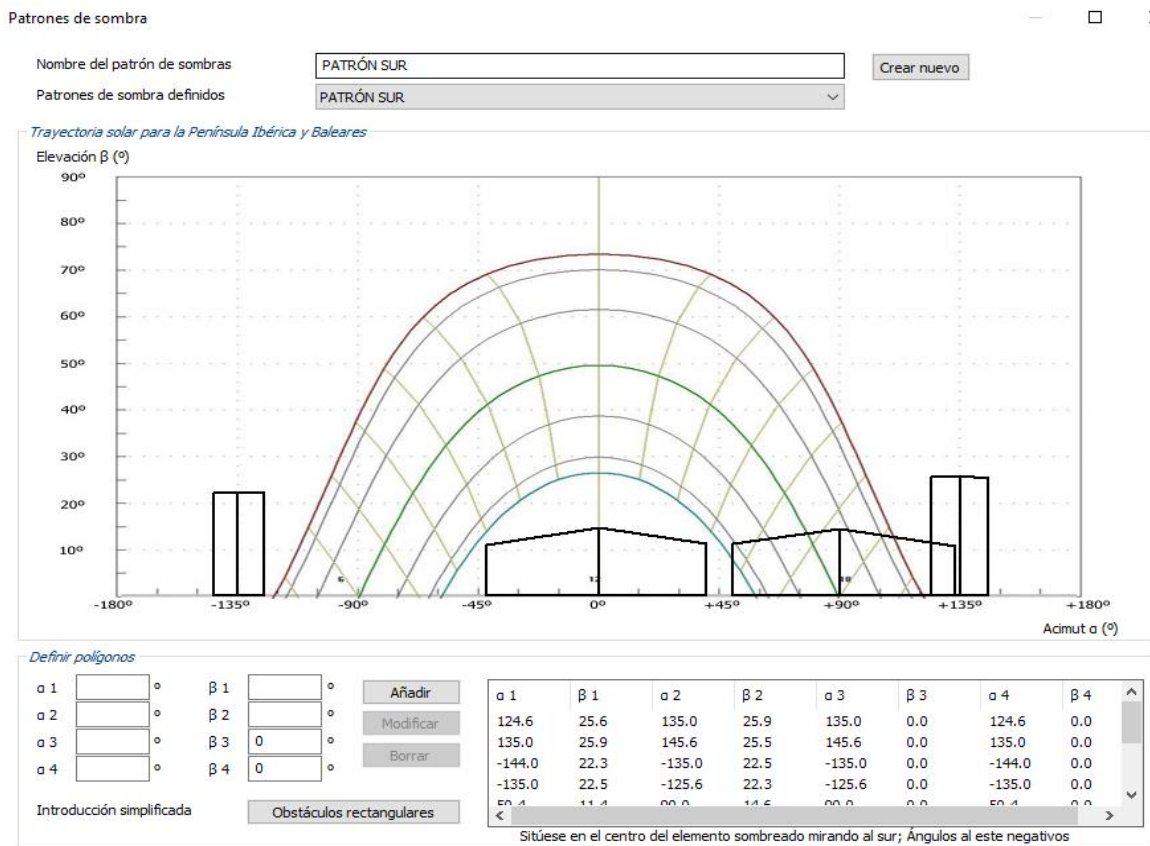


Figura 69: Exemple de patró d'ombra.

8.4. Instal·lacions

Les dades dels equips i il·luminació han estat extrets de la memòria de la biblioteca i dels informes proporcionats per l'Ajuntament de Terrassa informes (Soningeo Energy, 2016), (Soningeo Energy, 2015b) i (Soningeo Energy, 2015a). Les fotografies són pròpies, excepte les especificades.

8.4.1. Aportacions energètiques

La biblioteca no disposa de cap dispositiu que proporcioni energia de forma complementària al subministrament elèctric i de gas natural. Les seves necessitats depenen completament de la xarxa de subministrament elèctric i de gas natural.

8.4.2. Aigua calenta sanitària

Com s'ha comentat anteriorment, la biblioteca no disposa de cap sistema per produir aigua calenta sanitària. Els lavabos i aixetes disposen d'aigua a temperatura ambient.

8.4.3. Funcionament

Primerament, es defineix el funcionament i elements de les instal·lacions tèrmiques de la biblioteca, esmentant en detall cadascun posteriorment. Aquesta informació s'ha trobat a la memòria i mitjançant visita presencial a la Biblioteca Central de Terrassa.

L'edifici utilitza un sistema aigua-aire tant per refrigeració com per calefacció. Entre el novembre i el març utilitza únicament la calefacció, i entre maig i setembre la refrigeració. Utilitza un sistema de 4 tubs que formen dos circuits independents i tancats, composts per dos de tubs (anada i tornada) pel refrigerador i un altre parell, per la caldera, com es pot observar a la figura 78 (apartat 8.4.7).

Segons el mes, es tancarà el circuit de parell de tubs amb una vàlvula manual, i s'obrirà l'altre parell de tubs, funcionant el refrigerador o caldera, segons quin circuit s'obri o es tanqui. Tant un com l'altre circuit convergeixen als climatitzadors. La biblioteca disposa de 4 climatitzadors que s'ocupen de quatre àrees: sala general, la sala infantil, sala de d'actes i sala de revistes. Els climatitzadors són independents entre sí. La seva funció és absorbir l'energia frigorífica o calorífica d'un circuit o un altre per transmetre-la a un cabal d'aire que es distribueix a l'àrea designada del climatitzador.

Els climatitzadors també s'encarreguen de ventilar l'edifici. Aproximadament un 20% del cabal d'aire circulat s'expulsa i simultàniament un flux fresc equivalent entra. Aquest cabal no és necessàriament fixe, es pot ajustar segons les necessitats de ventilació. Les bombes d'aigua que impulsen l'aigua funcionen permanentment, i el funcionament dels climatitzadors es regula encenent o apagant els seus ventiladors. Per regular la temperatura, una vàlvula de cabal variable regula el cabal d'aigua per modificar la taxa d'intercanvi tèrmic aire-aigua.

Un altre sistema de climatització són els fancoils. Aquests es regulen localment, absorbint l'energia tèrmica del circuit d'aigua. La biblioteca no disposa d'elements reguladors d'humitat ni d'equips d'aigua calenta sanitària.

8.4.4. Calefacció

La calefacció està formada per una caldera i un dipòsit d'inèrcia. Per calcular les hores de funcionament, es coneix que funciona de novembre a març. Sumant les hores de les taules 5 i 6, resulta 1216h. Com a càrrega mitjana, degut a falta d'informació, es suposarà per defecte en tots els equips.

Especificacions caldera	
Equip	Només calefacció
Tipus de generador	Caldera estàndard
Tipus de combustible	Gas natural
Rendiment estacional	Estimat segons instal·lació
Potència nominal útil (KW)	151,1
Càrrega mitjana real	0,2
Rendiment	90,2
Zona	Edifici objecte
Superfície de demanda (m ²)	2413
% demanda satisfeta (%)	77,22
Aïllament	Ben aïllada i mantinguda
Any d'instal·lació	1998
Dipòsit d'inèrcia (l)	1500
Model	CPA-130
Pressió màxima (Bar)	5
Temperatura màxima (°C)	100
Hores funcionament (h)	1216

Taula 12: Especificacions caldera.



Figura 71: Caldera.



Figura 70: Vas d'expansió.



Figura 72: Extintor.



Figura 73: Dipòsit d'inèrcia.



Figura 74: Placa característiques caldera.

Figura 75: Placa característiques dipòsit d'inèrcia.

8.4.5. Refrigeració

Per calcular les hores de funcionament mitjà suposem de mitjana. Per calcular les hores de funcionament, es coneix que funciona de maig a setembre. Sumant les hores de les taules dona 1274,5h.

Especificacions refrigeració		
Equip	Només refrigeració	Només refrigeració
Tipus de generador	Màquina Frigorífica – Caudal Ref. variable	Màquina frigorífica
Tipus de combustible	Electricitat	Electricitat
Rendiment estacional	Estimat segons instal·lació	Estimat segons instal·lació
Potència absorbida tèrmica (KW)	299,5	4
Càrrega mitjana real	0,2	0,2
COP	3,28	3,7
Zona	Edifici objecte	Edifici objecte
Superfície de demanda (m ²)	2413	20
% demanda satisfeta (%)	77,22	0,64
Aïllament	Ben aïllada i mantinguda	Ben aïllada i mantinguda
Refrigerant	R410A	R410A
Any d'instal·lació	2014	1998 (entre 1994 i 2013)
Marca	Keyter	Mitsubishi Electric
Model	KWE9312ENS4W	MUZ-A12YV
Potència absorbida (KW)	91,20	1,09
Hores funcionament (h)	1274,5	1274,5

Taula 13: Especificacions refrigeració.

Les següents quatre figures han estat extretes de (Soningeo Energy, 2015b):



Figura 76: Refrigerador Keyter. Font (Soningeo Energy, 2015b):


CE		 Keyter			
Keyter Technologies S.L. - CIF: B14572937 P.I. Los Santos, s/n - Apdo. Correos nº 650 14900 Lucena (Córdoba) - SPAIN					
Serial num. Nº Serie	140506A005	Model Modelo	KWE9312RNS4W	Date Fecha	2014
Voltage V Tensión V	400	Hz	50	Ph	3
		Hz		Ph	
				Weight (Kg) Peso (Kg)	2,835.00
P elect Max (Kw) P elect Max (Kw)	162.10	I Elect Max (A) I Elect Max (A)	280.80	LRA (A) LRA (A)	405.80
P refrigeration (Kw) P refrigeración (Kw)	299.50	P heating (Kw) P calefacción (Kw)			-
High Press (Bar) P. Alta (Bar)	42.00	Low Press (Bar) P. Baja (Bar)	1.70	Refrigerant Refrigerante	R410A
Electrical Heater (Kw) Resistencia Electrica (Kw)	-	Refrig Weight (Kg) Carga Refrig. (Kg)			60.00

Figura 77: Placa de característiques refrigerador. Font: (Soningeo Energy, 2015b)

8.4.6. Bombes

Les bombes funcionen permanentment excepte els mesos d'abril i setembre, ja que no s'encén ni la calefacció ni la refrigeració. Per tant funcionen un total de 2491h.



Figura 78: Refrigerador Mitsubishi. Font: (Soningeo Energy, 2015b).



Figura 79: Placa característiques refrigerador Mitsubishi. Font: (Soningeo Energy, 2015b).

Especificacions bombes 1			
Tipus de circuit	Bomba caldera	Circuit calefacció 2 tubs	Circuit calefacció 2 tubs
Potència nominal útil (KW)	0,12	1,5	1,5
Càrrega mitjana real	0,2	0,2	0,2
Zona	Edifici objecte	Edifici objecte	Edifici objecte
Pressió (m.c.a.)	3,6	22	22
Cabal (l/h)	3800	12000	12000
Any d'instal·lació	1998	1998	1998
Marca	Grundfos	Grundfos	Grundfos
Model	UPT 25-50	UPT 25-50	UPT 25-50
Hores funcionament (h)	2491	2491	2491

Taula 14: Especificacions bombes 1.

Especificacions bombes 2		
Tipus de circuit	Circuit refrigeració 2 tubs	Circuit refrigeració 2 tubs
Potència nominal útil (KW)	4	4
Càrrega mitjana real	0,2	0,2
Zona	Edifici objecte	Edifici objecte
Pressió (m.c.a.)	18	18
Cabal (l/h)	57000	57000
Any d'instal·lació	1998	1998
Marca	Grundfos	Grundfos
Model	LP 80-125	LP 80-125
Hores funcionament (h)	2491	2491

Taula 15: Especificacions bombes 2.



Figura 80: Circuit d'aigua i bombes.

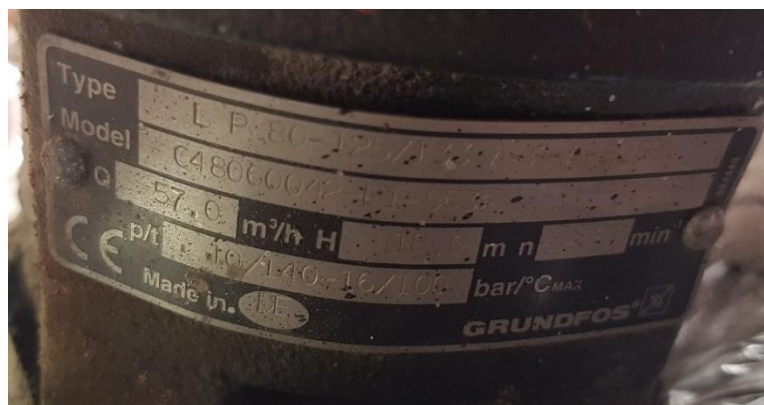


Figura 81: Placa de característiques d'un motor de bomba.

8.4.7. Aire primari

Els climatitzadors han de funcionar permanentment, ja que, a més de permetre escalfar o refredar l'aire interior de la biblioteca mitjançant l'intercanvi tèrmic amb el circuit de la calefacció o el de refrigeració, necessiten ventilar constantment, independentment de les necessitats tèrmiques. Per tant, funcionaran 2971h anuals. El cabal de ventilació total és de 4940l/h.

Especificacions aire primari				
Climatitzador	Àrea general	Àrea infantil	Sala de revistes	Sala d'actes
Potència nominal útil (KW)	5,51	4,04	2,21	2,21
Càrrega mitjana real	0,20	0,20	0,20	0,20
Cabal ventilació (l/h)	4140	3100	1600	1100
Zona	Edifici objecte	Edifici objecte	Edifici objecte	Edifici objecte
Pressió (Pa)	150	150	150	150
Cabal total (l/h)	20700	15500	8000	5500
Any d'instal·lació	1998	1998	1998	1998
Marca	Tecnivel	Tecnivel	Tecnivel	Tecnivel
Model	CHC-21-BDE	CHF-17-BDE	CHF-9-B	-
Hores funcionament (h)	2971	2971	2971	2971

Taula 16: Especificacions aire primari.

1. Entrada aire
2. Sortida aire viciat.
3. Sortida aigua caldera.
4. Entrada aigua caldera.
5. Sortida aigua refrigerador.
6. Entrada aigua refrigerador.
7. Sortida aire impulsat.

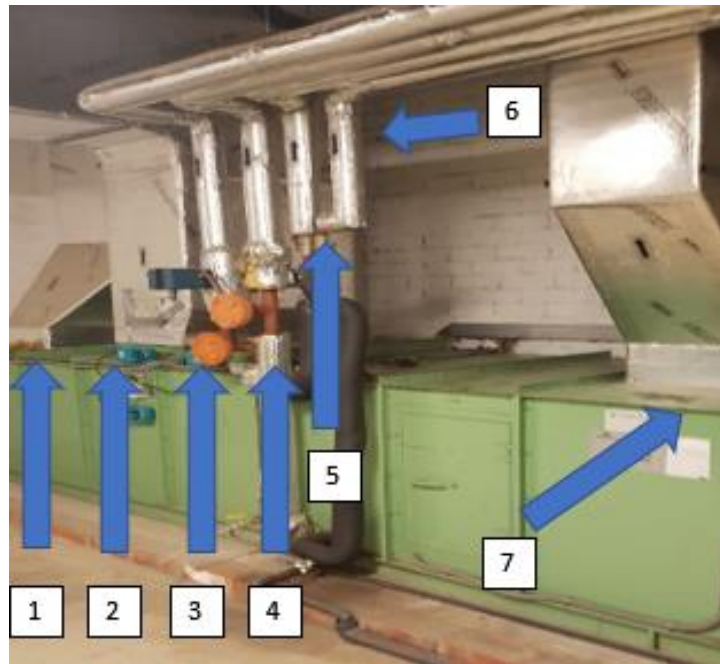


Figura 82: Circuit del climatitzador.



Figura 83: Motor del ventilador i filtre.



Figura 84: Entrada d'aire fresc i regulador d'obertura (en taronja).



Figura 85: Sala de climatitzadors 1.



Figura 86: Sala de climatitzadors 2.



Figura 87: Comandaments dels climatitzadors.

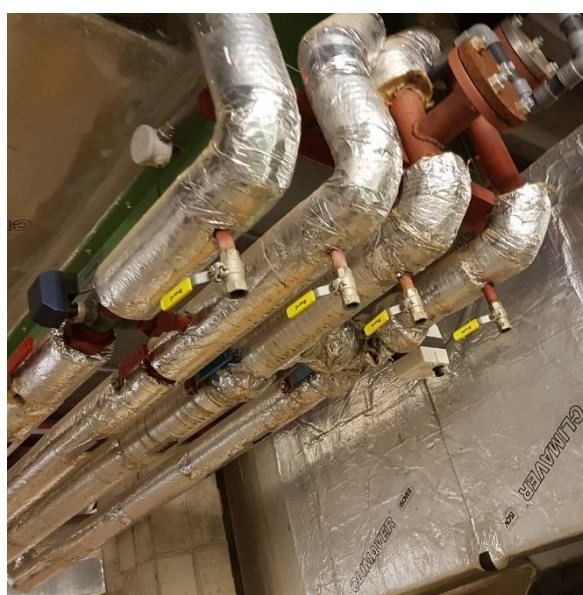


Figura 88: Circuit d'aigua.

En les següents imatges es mostren exemples de sortida i entrada d'aire. Els climatitzadors capten aire fresc i expulsen aire viciat, sent aproximadament un 20% en cabal. L'aire fresc captat es barreja amb el 80% restant que no s'ha expulsat. Al entrar als climatitzadors es produeix l'intercanvi tèrmic del cabal d'aire amb els circuits de calefacció o refrigeració i s'impulsa de nou a la sortida del climatitzador per fluir a les reixes de sortides. La temperatura d'aquest aire de la sortida dependrà de les necessitats tèrmiques de l'edifici. Les següents imatges són exemples de reixes d'entrada i sortida de la biblioteca:



Figura 89: Reixa sortida 1.



Figura 90: Reixa sortida 3.

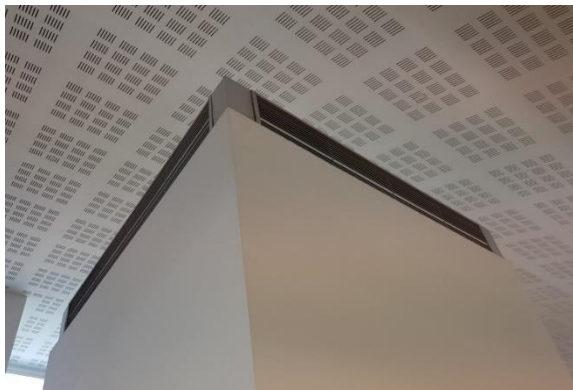


Figura 92: Reixa sortida 2.



Figura 91: Reixa sortida 4.

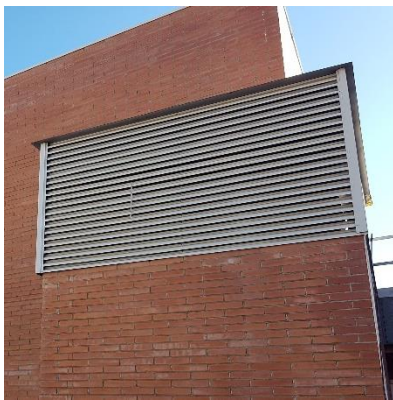


Figura 93: Sortida d'aire viciat.



Figura 94: Reixa entrada 1.



Figura 95: Reixa entrada 2.

A més de les unitats generals de climatització, com s'ha explicat anteriorment, la biblioteca disposa de fancoils. Els fancoils són unitats calefactores o refrigeradores destinades a climatitzar una habitació o zona relativament petita en termes superficials. S'utilitzen quan, per exemple, no existeix un sostre fals o espai per instal·lar el sistema d'aire climatitzat, o per economia, per exemple. Els fancoils de la biblioteca no renoven l'aire de l'habitació, sinó que només modifica la seva temperatura, encara que poden incorporar un filtre d'aire. L'energia tèrmica l'obtenen d'un circuit d'aigua que els connecta a una caldera o refrigerador, intercanviant l'energia tèrmica del fluid amb l'aire de l'estància mitjançant un radiador o bateria. Contenen dos parells de tubs, un pel circuit de calor, i un pel circuit de fred.

El fancoil, normalment porta un ventilador que permet augmentar la seva potència tèrmica. La potència tèrmica absorbida per cada fancoil es considera de forma global en l'energia consumida per la caldera i refrigerador. Com s'ha vist, també la biblioteca disposa d'un sistema autònom d'expansió directa (Mitsubishi). El ventilador funcionarà la suma d'hores de calefacció i refrigeració, que són 2491h.

Especificacions fancoil	
Climatitzador	Local: fancoil
Potència nominal útil (KW)	0,07
Zona	Edifici objecte
Sistema	Aigua-aire
Any d'instal·lació	1998
Marca	Tecnivel
Model	-
Quantitat	8
Potència total (0,56
Hores funcionament (h)	2490,5

Taula 18: Especificacions fancoil.



Figura 96: Fancoil desmuntat.



Figura 97: Termòstat local.

8.4.8. Ventilació

S'introduirà la potència i temps d'ús dels fancoils, ja explicats. També els dels climatitzadors.

8.4.9. Il·luminació

La biblioteca té una potència de 2,19KW d'il·luminació exterior i 40,10KW d'interior, sumant 42,29KW. Produeixen una intensitat lumínica de 500 lux. Suposarem que funcionen el total anual de 2971h.


8.5. Obtenció de resultats

Una vegada introduïdes tots els apartats anteriors al programa CE3X, el programa expedirà l'etiqueta energètica i el certificat complet. El certificat complet es troba com a annex. A continuació es mostra l'etiqueta energètica. En aquest cas, els resultats estaran basats en una certificació simplificada.

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climàtica	D2	Uso	Intensidad Media - 8h
----------------	----	-----	-----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
	39.7 E	CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	G	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	-	
		21.67		0.00		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]	Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	A	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	C
			0.60		10.64	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	18.00	56249.31
Emisiones CO2 por otros combustibles	21.67	67728.29

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>< 67.2 A</div><div>67.2-80.0 B</div><div>80.0-102.0 C</div><div>102.0-125.0 D</div><div>125.0-150.0 E</div><div>150.0-180.0 F</div><div>≥ 180.0 G</div></div>	208.6 E	CALEFACCIÓN		ACS	
Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		G	Energía primaria ACS [kWh/m² año]		
102.34			0.00		
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	C
		3.53		62.78	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div><8.2</div><div>A</div></div> <div><div>8.2-13.4</div><div>B</div></div> <div><div>13.4-20.6</div><div>C</div></div> <div><div>20.6-28.7</div><div>D</div></div> <div><div>28.7-32.9</div><div>E</div></div> <div><div>32.9-41.1</div><div>F</div></div> <div><div>≥ 41.1</div><div>G</div></div>		<div><div><7.9</div><div>A</div></div> <div><div>7.9-12.9</div><div>B</div></div> <div><div>12.9-19.9</div><div>C</div></div> <div><div>19.9-26.9</div><div>D</div></div> <div><div>26.9-31.7</div><div>E</div></div> <div><div>31.7-39.7</div><div>F</div></div> <div><div>≥ 39.7</div><div>G</div></div>	<div><div>5.0</div><div>A</div></div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

Figura 98: Certificació simplificada.

Primerament, es poden observar els intervals de qualificació, aplicables tant en la certificació simplificada com en l'exhaustiva:

Interval de qualificació energètica				
Tipus	Qualificació	Interval emissions (kgCO ₂ /m² any)	Demanda energia primària no renovable (kWh/m² any)	Demanda energia de calefacció i refrigeració (kWh/m² any)
Global i parcials calefacció, ACS, refrigeració i il·luminació	A	<11	<57,2	<8,2
	B	11-17,9	57,2-93	8,2-13,4
	C	17,9-27,5	93-143	13,4-20,5
	D	27,5-35,7	143-185,9	20,5-26,7
	E	35,7-44	185,9-228,8	26,7-32,9
	F	44-55	228,8-286,1	32,9-41,1
	G	≥ 55	≥ 286,1	≥ 41,1

Taula 19: Interval de qualificació energètica.

En la qualificació global d'emissions, els resultats són, en general, millorables, en especial la calefacció, que és molt negativa. D'altra banda, destaca el bon resultat de la refrigeració.

En la demanda d'energia primària no renovable es mostren les mateixes qualificacions (tots els indicadors) que en l'avaluació global d'emissions. La refrigeració, un altre cop presenta un bon resultat, a diferència del mal resultat de la calefacció i millorable en il·luminació.

S'aprecia que en la qualificació parcial de demanda d'energia es presenten els mateixos resultats i conclusions que en les dues qualificacions anteriors en quant a calefacció i refrigeració.

És important comentar que els resultats depenen fortament de la superfície considerada en l'edifici a certificar. Els resultats d'aigua calenta sanitària són nuls, ja que la biblioteca no en disposa d'aquest sistema.

S'arriba a la conclusió que la certificació simplificada de la biblioteca obté una excel·lent qualificació de refrigeració, inacceptable en calefacció, dolenta en global i millorable en il·luminació. Conseqüentment, resulta imprescindible realitzar millores energètiques en l'edifici, sobretot en la vessant d'emissions de CO_2 en la calefacció. El certificat simplificat complet es troba com a annex.

9. CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA EXHAUSTIVA DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE TERRASSA AMB CE3X

En aquest punt es realitzarà una certificació exhaustiva. El fet de ser una certificació més detallada que la certificació simplificada permet conèixer un resultat més precís que l'anterior, mitjançant la introducció paràmetres tèrmics manualment. Mitjançant la llibreria del CE3X és possible modificar aquests. Es recorda que les dades provenen de la memòria i plànols, excepte les especificades.

9.1. Envolupant tèrmica

9.1.1. Cobertes

Les cobertes, que n'hi ha 14, són les mateixes que en la certificació simplificada. Separarem les cobertes segons els materials dels quals estan compostes.

Classificació de cobertes segons materials	
Coberta	Tipus
1-4, 13 i 14	A
5-9	B
10-12	C

Taula 20: Classificació de cobertes segons materials.

Les cobertes, segons el seu tipus classificat, estan fabricades, d'exterior a interior, pels següents materials.

Tipus A

Materials A coberta	
Material	Gruix (m)
Planxa galvanitzada d'acer	0,003
Aïllament projectat 35kg/m ³	0,04
Morter	0,03

Taula 21: Materials A coberta.



Librería de cerramientos

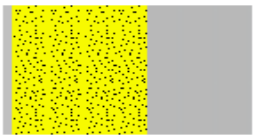
Nombre:

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Acero	Metales	0.0	0.003	50	7800	450
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	1.379	0.04	0.029	30	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.017	0.03	1.8	2100	1000



$R1 + \dots + Rn$
1.4 m²K/W

Figura 99: Materials A coberta al CE3X.

Tipus B

Materials B coberta	
Material	Gruix (m)
Grava	0,05
Membrana impermeable cautxú butil de 3,8kg/m ²	0,07
Membrana geotèxtil	0,07
Morter	0,03

Taula 22: Materials B coberta.

Librería de cerramientos

Nombre

COBERTA 10-12

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Azulejo cerámico	Cerámicos	0.038	0.05	1.3	2300	840
Mortero de cemento ...	Morteros	0.028	0.05	1.8	2100	1000
PUR Proyección con H...	Aislantes	1.429	0.04	0.028	45	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.028	0.05	1.8	2100	1000



$R1+...+Rn$

1.52 m²K/W

Figura 100: Materials B al CE3X.

Tipus C

Materials C coberta	
Material	Gruix (m)
Rajola ceràmica, capa doble	0,05
Morter	0,05
Aïllament projectat PUR 35kg/m ³	0,04
Morter	0,05

Taula 23: Materials C coberta.



Librería de cerramientos


Nombre:

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Arena y grava [1700 ...	Pétreos y suelos	0.025	0.05	2	1450	1050
Butilo [isobuteno] co...	Cauchos	0.292	0.07	0.24	1200	1400
Subcapa fieltro	Textiles	1.4	0.07	0.05	120	1300
Mortero de cemento ...	Morteros	0.017	0.03	1.8	2100	1000



$R1+...+Rn$
1.73 m²K/W

Figura 101: Materials C al CE3X.

9.1.2. Murs

Els murs, que són 35, els mateixos que en la certificació simplificada, estan compostos pels següents materials:

Materials murs	
Material	Gruix (m)
Totxo obra vista	0,15
Aire	0,1
Poliestirè extruït	0,04
Totxo perforat	0,05
Morter arrebossat	0,02

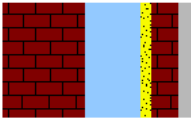
Taula 24: Materials murs.

Librería de cerramientos

Nombre

Características del cerramiento
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
1/2 pie LM métrico o c...	Fábricas de ladrillo	0.151	0.15	0.991	2170	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.18	-	-	-	-
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	0.69	0.02	0.029	30	1000
Tabique de LH sencillo...	Fábricas de ladrillo	0.112	0.05	0.445	1000	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.011	0.02	1.8	2100	1000



$R_{I+...+R_n}$
1.14 m²K/W

Características del material

Grupo de materiales

Material

Espesor m λ W/mK

ρ kg/m³ Calor específico J/kgK

Figura 102: Materials mur al CE3X.

9.1.3. Terra

El terra de la biblioteca és idèntic respecte la certificació simplificada (apartat 8.3.3).

9.1.4. Buits i claraboies

Els buits i claraboies són idèntics respecte la certificació simplificada (apartat 8.3.4).

9.1.5. Ponts tèrmics

Els ponts tèrmics són idèntics respecte la certificació simplificada (apartat 8.3.6).

9.1.6. Patró d'ombres

Els patrons d'ombra són idèntics respecte la certificació simplificada (apartat 8.3.7).

9.2. Instal·lacions

Tots els equips utilitzats són idèntics als utilitzats en la certificació simplificada (apartat 8.4).

9.3. Obtenció de resultats

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climàtica	D2	Uso	Intensidad Media - 8h
----------------	----	-----	-----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div><11.0 A</div><div>11.0-17.9 B</div><div>17.9-27.5 C</div><div>27.5-35.7 D</div><div>35.7-44.0 E</div><div>44.0-55.0 F</div><div>≥ 55.0 G</div></div>	<div>39.8 E</div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		<div>Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]</div>	G	<div>Emisiones ACS [kgCO2/m² año]</div>	-
		21.71		0.00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<div>Emisiones globales [kgCO2/m² año]</div>		<div>Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]</div>	A	<div>Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]</div>	C
		0.66		10.64	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	18.06	56436.59
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	21.71	67855.44

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
 209.1 E		CALEFACCIÓN		ACS			
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	G	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	-		
		102.54		0.00			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	C
				3.88		62.78	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div><8.2 A</div><div>8.2-13.4 B</div><div>13.4-20.5 C</div><div>20.5-28.7 D</div><div>28.7-32.8 E</div><div>32.8-41.1 F</div><div>≥41.1 G</div></div>	<div>71.7 G</div>	<div><div><7.5 A</div><div>7.5-12.5 B</div><div>12.5-18.5 C</div><div>18.5-25.5 D</div><div>25.5-31.7 E</div><div>31.7-38.7 F</div><div>≥38.7 G</div></div>	<div>5.5 A</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

Figura 103: Certificació exhaustiva.

Analitzant el certificat energètic exhaustiu, s'observa que les qualificacions obtingudes varien relativament poc respecte als obtinguts en la certificació simplificada, mantenint la nota en tots els casos. Per tant, s'arriba a la mateixa conclusió que en la certificació simplificada de la biblioteca, és a dir, s'obté una excel·lent qualificació de refrigeració, inacceptable en calefacció, dolenta en global i millorable en il·luminació. Es considera que la certificació exhaustiva és més precisa que la simplificada, degut al introduir dades més concretes, més properes a les característiques reals de la biblioteca. El certificat complet exhaustiu es troba com a annex.

10. ESTUDI DE CONSUMS REALS

A continuació, es mostren el registre de consums d'electricitat i de gas natural. Les dades del consum abril 2017-maig 2018 han estat proporcionades per l'Ajuntament de Terrassa (Ajuntament de Terrassa, 2015).

ELECTRICITAT 2017-2018

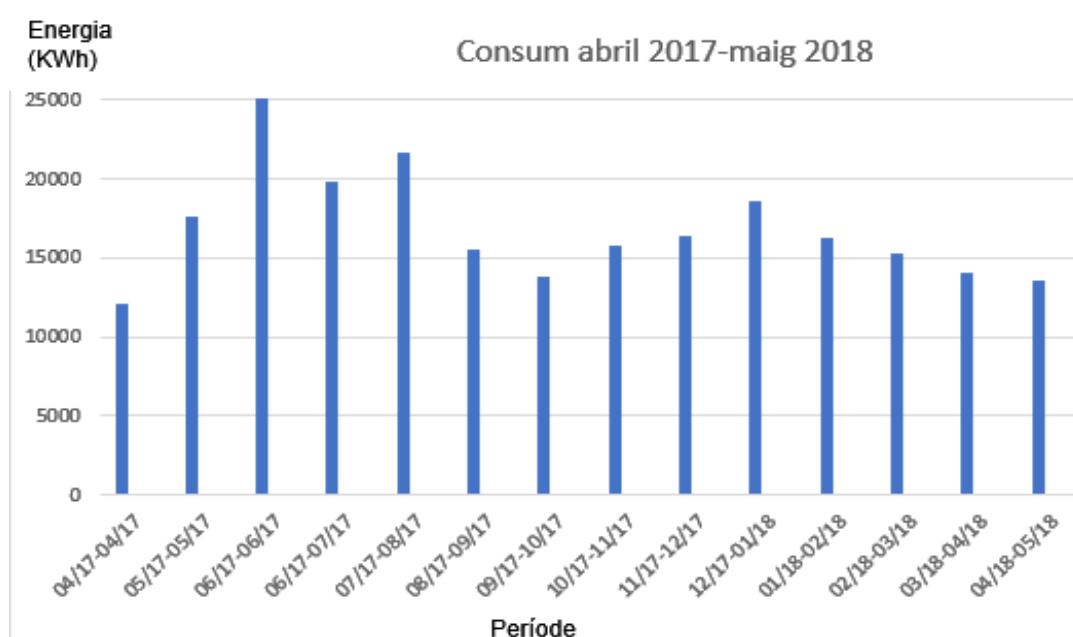


Figura 104: Consum abril 2017-maig 2018. Font: (Ajuntament de Terrassa, 2015).

Les dades del consum juny 2014-juny 2015 són de (Soningeo Energy, 2016).

ELECTRICITAT 2014-2015

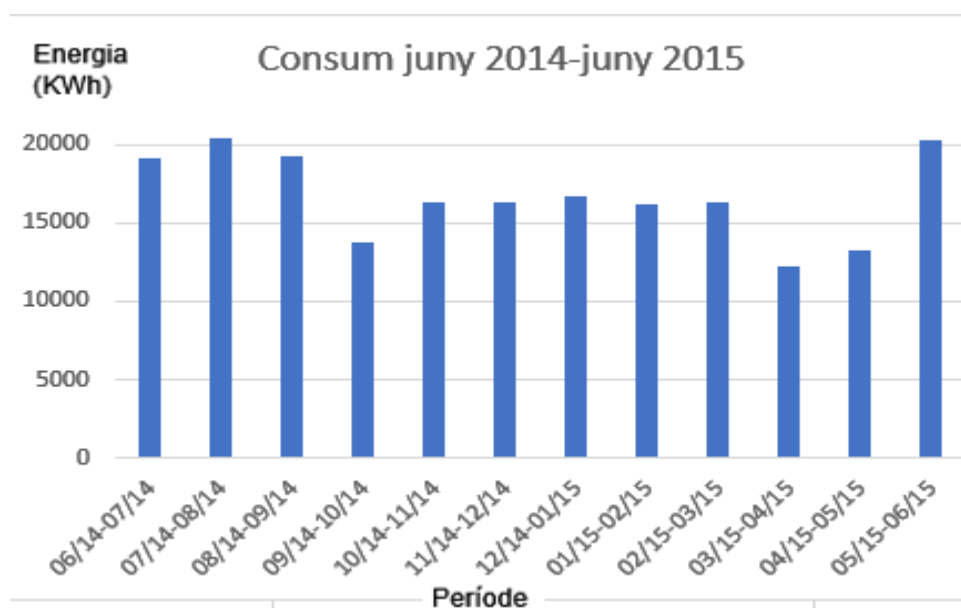


Figura 105: Consum juny 2014-juny 2015. Font: (Soningeo Energy, 2016).

El consum total elèctric del període 2017-2018 és de 236021 KWh, i el de 2014-2015 200196 KWh, amb una mitjana de 218108,5 KWh. Dades proporcionades per l'Ajuntament de Terrassa (Ajuntament de Terrassa, 2018).

GAS NATURAL 2016-2018

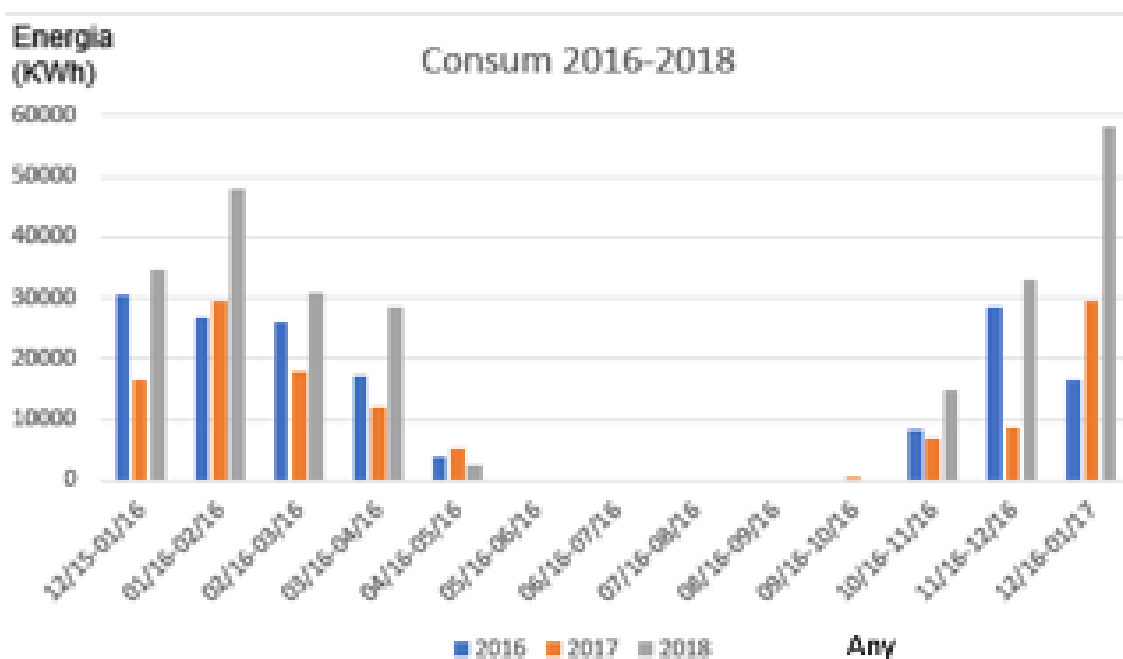


Figura 106: Consum 2016-2018 gas natural. Font: (Ajuntament de Terrassa, 2018).

El consum total de gas natural de cada any i la mitjana són els següents:

Consum mitjà de gas natural				
Ítem	2016	2017	2018	Mitjana
Consum (KWh)	127293	135426	216088	159602,33

Taula 25: Consum mitjà de gas natural.

Aquests consums, però, són consums d'energia secundària. El programa CE3X necessita conèixer els consums d'energia primària. La diferència entre aquests consums és que la primària és l'energia bruta, la que s'extreu de la natura. L'energia secundària és la que es consumeix al receptor, que serà menor a la primària, degut al procés de transport i transformació. S'utilitzarà el document (Ministerio de Industria, 2016).

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

Figura 107: Factors de conversió d'energia final a primària. Font: (Ministerio de Industria, 2016).

Segons la taula anterior i les dades de consum obtingudes podem calcular l'energia primària. Aprofitem per calcular també l'energia primària per unitat de superfície.

Càlcul d'energia primària					
Combustible	Factor de conversió	Consum anual secundari (KWh/any)	Consum anual primari (KWh/any)	Superfície (m ²)	Energia primària superficial (KWh/m ²)
Electricitat	2,61	218108,5	569263,19	3125	182,16
Gas natural	1.01	159602,33	161198,36	3125	51,58
Total					233,74

Taula 26: Càlcul d'energia primària.

11. COMPARACIÓ ENTRE SIMULACIONS I CONSUMS REALS

En aquest apartat es compararan els resultats de la certificació energètica simplificada i exhaustiva amb els consums reals. Primer compararem els resultats entre simulacions:

Qualificació energètica de l'edifici en emissions			
Tipus	Ítem	Certificació simplificada	Certificació exhaustiva
Global	Emissions (kgCO ₂ /m ² any)	39,7	39,8
	Qualificació	E	E
Parcial calefacció	Emissions (kgCO ₂ /m ² any)	21,67	21,71
	Qualificació	G	G
Parcial ACS	Emissions (kgCO ₂ /m ² any)	0	0
	Qualificació	-	-
Parcial refrigeració	Emissions (kgCO ₂ /m ² any)	0,60	0,66
	Qualificació	A	A
Parcial il·luminació	Emissions (kgCO ₂ /m ² any)	10,64	10,64
	Qualificació	C	C

Taula 27: Qualificació energètica de l'edifici en emissions.

Qualificació energètica de l'edifici en consum d'energia primària no renovable			
Tipus	Ítem	Certificació simplificada	Certificació exhaustiva
Global	Demanda ($kWh/m^2 any$)	208,6	209,1
	Qualificació	E	E
Parcial calefacció	Demanda ($kWh/m^2 any$)	102,34	102,54
	Qualificació	G	G
Parcial ACS	Demanda ($kWh/m^2 any$)	0	0
	Qualificació	-	-
Parcial refrigeració	Demanda ($kWh/m^2 any$)	3,53	3,88
	Qualificació	A	A
Parcial il·luminació	Demanda ($kWh/m^2 any$)	62,78	62,78
	Qualificació	C	C

Taula 28: Qualificació energètica de l'edifici en consum d'energia primària no renovable.

Qualificació parcial de la demanda energètica de calefacció i refrigeració			
Tipus	Ítem	Certificació simplificada	Certificació exhaustiva
Global	Demanda ($kWh/m^2 any$)	5	5,5
	Qualificació	G	G
Parcial calefacció	Demanda ($kWh/m^2 any$)	71,5	71,7
	Qualificació	A	A

Taula 29: Qualificació parcial de la demanda energètica de calefacció i refrigeració.

Comparació global de la demanda energètica primària				
Tipus	Ítem	Certificació simplificada	Certificació exhaustiva	Consums reals
Global	Demanda ($kWh/m^2 any$)	208,6	209,1	233,74
	Qualificació	E	E	F

Taula 30: Comparació global de la demanda energètica primària.

Com es pot observar, els resultats de la certificació exhaustiva són lleugerament pitjors que en la certificació simplificada en tots els casos. El fet de que la certificació exhaustiva tingui més precisió, ja que es defineixen amb més precisió les propietats tèrmiques dels elements de l'edifici, fa que es consideri com a més ajustada a la realitat.

Si es comparen els resultats teòrics de les certificacions amb els consums reals, s'observa que els consums reals presenten una pitjor qualificació (F, $233,74 \text{ kWh/m}^2 \text{ any}$). Aquesta diferència entre el valor real i teòric és deguda, probablement, a la precisió i exhaustivitat en la realització de les certificacions teòriques. També, en la biblioteca s'han modificat amb el temps alguns equips que no estaven a la memòria, com ara les lluminàries foses substituïdes per altres models o equips renovats informàtics, variant el consum total. També pot ser deguda a la falta d'informació a la memòria i plànols sobre algunes característiques de les instal·lacions i tancaments.

12. ESTUDI DE MILLORES ENERGÈTIQUES

Es presentaran tres propostes per millorar el resultat dels certificats energètics. Tots els preus es basen en el lloc web (Generadordeprecios, 2019).

12.1. Substitució de caldera

Com s'ha observat als resultats de les certificacions, tant simplificada com exhaustiva, els resultats obtinguts en la vessant de calefacció han estat molt negatius, ja que l'edifici no és eficient en termes de calefacció. Podem observar que, concretament, els resultats negatius es centraven en les emissions de Emissions CO_2 en kgCO_2/KWh . Una manera de millorar els resultats de la certificació és modificant el tipus de combustible de caldera, utilitzant un combustible que produeixi menys emissions de CO_2 en la seva combustió. Es recorda el resultat de calefacció:

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

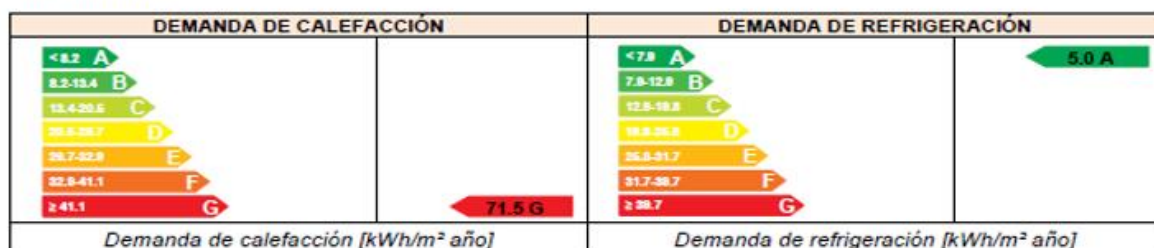


Figura 108: Demanda de calefacció i refrigeració.

Com es pot observar en la imatge, el programa CE3X mostra les emissions dels possibles combustibles. S'utilitzarà la biomassa, ja que és la que presenta menys emissions. S'escollirà en format de pellet, sent més compacta que altres combustibles.

solvente tèrmica Instal·lacions Calificació Energètica

Instal·lacions del edifici

☐ Equipo de ACS
☒ Equipo de sólo calefacción
☐ Equipo de sólo refrigeración
☐ Equipo de calefacción y refrigeración
☐ Equipo mixto de calefacción y ACS
☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

☐ Contribuciones energéticas
☐ Equipos de iluminación
☐ Equipos de aire primario
☐ Ventiladores
☐ Equipos de bombeo
☐ Torres de refrigeración

Equipo de sólo calefacción

Nombre: CALDERA Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de generador: Caldera Estándar

Tipo de combustible: Biomasa densificada (pelets)

Demanda cubierta

Calefacción

Superficie (m2): 2413.13

Porcentaje (%): 77.22

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional Estimado según Instalación

Potencia nominal: 151.1 kW

Carga media real fcomb: 0.2 ?

Rendimiento de combustión: 90.2 %

Los coeficientes de paso de kWh a kg de CO2 son:

- Gas natural: 0.252 kgCO2/kWh
- Gasóleo-C: 0.311 kgCO2/kWh
- Electricidad (peninsular): 0.331 kgCO2/kWh
- GLP: 0.254 kgCO2/kWh
- Carbón: 0.472 kgCO2/kWh
- Biocombustible: 0.018 kgCO2/kWh
- Biomasa no densificada: 0.018 kgCO2/kWh
- Biomasa densificada (pelets): 0.018 kgCO2/kWh

80.9 %

Figura 109: Emissions dels combustibles.

Ara es calcularà quin cost tindrà aquesta millora energètica. S'han de definir quines tasques es realitzaran:

1. Eliminació caldera vella
2. Compra caldera nova
3. Instal·lació caldera nova

El pressupost següent inclou el manteniment, instal·lació i compra de la caldera:

ICQ015 Ud Caldera para la combustión de pellets.

	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 35,9 a 151 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1818x980x1494 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con parrilla móvil con sistema automático de limpieza mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión y depósito de cenizas extraíble, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción, base de apoyo antivibraciones, motor inductor trifásico, a 400 V, para almacén intermedio de caldera Firematic, sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 50 mm de diámetro y bomba de circulación, sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, cajón de cenizas de acero galvanizado, de 240 litros, para sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, regulador de tiro de 200 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, conexión antivibración para conducto de humos de 200 mm de diámetro, limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, base de apoyo antivibraciones, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión. Totalmente montada, conexonada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.				
--	---	--	--	--	--

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt38cbh018bsf	Ud	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 35,9 a 151 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1818x980x1494 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con parrilla móvil con sistema automático de limpieza mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión y depósito de cenizas extraíble, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción.	1,000	28315,95	28315,95
mt38cbh084a	Ud	Motor inductor trifásico, a 400 V, para almacén intermedio de caldera Firematic.	1,000	1574,63	1574,63
mt38cbh099d	Ud	Base de apoyo antivibraciones, para caldera.	1,000	165,75	165,75
mt38cbh097a	Ud	Limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, formado por válvula y sonda de temperatura.	1,000	79,95	79,95
mt38cbh085ffa	Ud	Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 50 mm de diámetro y bomba de circulación para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.	1,000	3245,78	3245,78
mt38cbh320d	Ud	Sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, formado por tubo de 3048 mm de longitud, de acero inoxidable, con dos curvas, tornillo sinfín flexible, motor de vaciado, pilar y cabezal de transferencia de la ceniza.	1,000	2616,90	2616,90
mt38cbh321a	Ud	Cajón de cenizas de acero galvanizado, de 240 litros, para sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, con apertura por la parte superior.	1,000	944,78	944,78
mt38cbh091d	Ud	Conexión antivibración para conducto de humos de 200 mm de diámetro.	1,000	269,10	269,10
mt38cbh096c	Ud	Regulador de tiro de 200 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, para caldera.	1,000	335,40	335,40
mt38cbh322a	Ud	Montaje de sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible.	1,000	151,13	151,13

mt38cbh102c	Ud	Supervisión y dirección del procedimiento de ensamblaje y conexionado interno de caldera de biomasa.	1,000	867,75	867,75
mt38cbh103c	Ud	Ensamblaje y conexionado interno de caldera de biomasa.	1,000	1803,75	1803,75
mt38cbh100c	Ud	Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa.	1,000	463,13	463,13
			Subtotal materiales:		40834,00
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	6,000	19,11	114,66
mo103	h	Ayudante calefactor.	6,000	17,50	105,00
			Subtotal mano de obra:		219,66
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	41053,66	821,07
	Coste de mantenimiento decenal: 18.843,63€ en los primeros 10 años.		Costes directos		41874,73
			(1+2+3):		

Figura 110: Preus caldera.

Per eliminar la caldera antiga, es considera que l'oficial 1º calefactor i ajudant calefactor que instal·len la caldera nova seran les persones adequades per efectuar l'eliminació de la caldera antiga. Es suposarà que triguin el mateix temps en eliminar la caldera que en instal·lar l'antiga. Per tant el cost d'eliminació serà el mateix que el d'instal·lació, 219,66€.

Es resumeixen els costos de la millora:

Cost substitució de caldera	
Tasca	Preu (€)
Eliminació caldera vella	219,66
Compra caldera nova	40834
Instal·lació caldera nova	219,66
Total	41273.32

Taula 31: Cost substitució de caldera.

El cost total de la millora de la substitució de la caldera és de 41273,32€.

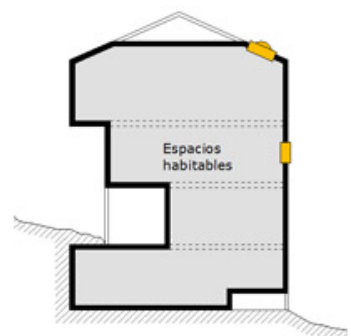
12.2. Substitució de vidres i marcs

La biblioteca disposa de una gran quantitat de finestres i portes. Normalment, solen ser punts on hi ha una major pèrdua tèrmica, si es comparen amb els murs. Per tant, resulta interessant efectuar una millora en aquests. L'objectiu de la millora consisteix en optimitzar les propietats tèrmiques del vidre, escollint un de baixa transmissió tèrmica i un marc de menor transmissió tèrmica també.

S'estudia com es pot disminuir la pèrdua de calor mitjançant els paràmetres que ofereix CE3X. S'observa que existeix un marge de llibertat en l'elecció del tipus de vidre i en el tipus de marc. S'observa que es pot millorar l'aïllament escollint vidres de baixa emissió, amb la combinació de marcs de PVC o fusta. S'escollirà el PVC, ja que la fusta pot deteriorar-se a llarg termini amb la humitat exterior.

Envoltant tèrmica del edifici

- ☐ Cubierta
- ☐ Muro
- ☐ Suelo
- ☐ Partición interior
- ☒ Hueco/Lucernario
- ☐ Puente térmico



Hueco/Lucernario

Nombre	Buit 8	
Cerramiento asociado	Muro 3	
Orientación	Norte	

Dimensiones		Características	
Longitud	<input type="text"/>	Permeabilidad del hueco	Poco estanco <input type="text"/> 100 m3/hm2
Altura	<input type="text"/>	Absortividad del marco	<input type="text"/> 0.75
Multiplicador	<input type="text"/> 7	<input type="checkbox"/> Dispositivo de protección solar	Dispositivo de protección solar
Superficie	<input type="text"/> 12.5 m2	Patrón de sombras	PATRÓN NO <input type="text"/>
Porcentaje de marco	<input type="text"/> 20 %	<input type="checkbox"/> Doble ventana	

Parámetros característicos del hueco		
Propiedades térmicas	Estimadas <input type="text"/>	
Tipo de vidrio	Doble <input type="text"/>	U vidrio <input type="text"/> 3.3 W/m2K
Tipo de marco	Metálico sin RPT <input type="text"/>	g vidrio <input type="text"/> 0.75
		U marco <input type="text"/> 5.7 W/m2K

Figura 111: Envoltant tèrmica de l'edifici.

Es pot veure la comparació entre els valors per anteriors i els de la millora.

Parámetros característicos del hueco		
Propiedades térmicas	Estimadas <input type="text"/>	
Tipo de vidrio	Doble <input type="text"/>	U vidrio <input type="text"/> 3.3 W/m2K
Tipo de marco	Metálico sin RPT <input type="text"/>	g vidrio <input type="text"/> 0.75
		U marco <input type="text"/> 5.7 W/m2K

Figura 112: Paràmetres del buit certificació simplificada.

Parámetros característicos del hueco		
Propiedades térmicas	Estimadas <input type="text"/>	
Tipo de vidrio	Doble bajo emisor <input type="text"/>	U vidrio <input type="text"/> 2.7 W/m2K
Tipo de marco	PVC <input type="text"/>	g vidrio <input type="text"/> 0.65
		U marco <input type="text"/> 2.2 W/m2K

Figura 113: Paràmetres del buit certificació òptims.

Tenint en compte la comparació, es considerarà que les finestres i portes estaran formades per dos vidres de baixa emissivitat amb marc de PVC. Es farà un pressupost, però abans és important conèixer quines dimensions i gruix tindran els vidres.

Els vidres de la biblioteca tenen una composició 8+6+8, és a dir, tenen dos vidres de 8mm de gruix, i, entre ells, una càmera d'aire de 6mm. S'escollirà, d'acord amb les opcions disponibles a la web *generadordeprecios*. L'envidrament estarà compostat per:

- Vidre exterior de 8mm de baixa emissivitat.
- Cambra d'aire de 6mm
- Vidre interior de 6mm.

Es definirà les superfícies dels vidres d'acord amb les dimensions dels buits per optimitzar costos, on, com es pot veure a la figura següent, anirà assignat per intervals de superfície d'entre menys de 2 m² fins a 9 m²:

<input checked="" type="radio"/> Baja emisividad térmica <input type="radio"/> Baja emisividad térmica + Seguridad (laminar) <input type="radio"/> Baja emisividad térmica + Aislamiento acústico <input type="radio"/> Control solar <input type="radio"/> Control solar + Seguridad (laminar) <input type="radio"/> Control solar + Aislamiento acústico <input type="radio"/> Seguridad (laminar) <input type="radio"/> Aislamiento acústico	Información técnica Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 2.4 W/(m ² K) Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 40% Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 47% Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ct				
	<table border="1"> <tr> <td>Vidrio exterior</td> <td>Espesor (mm)</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/> De baja emisividad térmica</td> <td> <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 8 </td> </tr> </table>	Vidrio exterior	Espesor (mm)	<input checked="" type="radio"/> De baja emisividad térmica	<input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 8
	Vidrio exterior	Espesor (mm)			
	<input checked="" type="radio"/> De baja emisividad térmica	<input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 8			
	<table border="1"> <tr> <td>Cámara</td> <td>Espesor de la cámara (mm)</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/> Aire</td> <td> <input checked="" type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 12 <input type="radio"/> Gas argón <input type="radio"/> 14 <input type="radio"/> 16 <input type="radio"/> 18 <input type="radio"/> 20 </td> </tr> </table>	Cámara	Espesor de la cámara (mm)	<input checked="" type="radio"/> Aire	<input checked="" type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 12 <input type="radio"/> Gas argón <input type="radio"/> 14 <input type="radio"/> 16 <input type="radio"/> 18 <input type="radio"/> 20
Cámara	Espesor de la cámara (mm)				
<input checked="" type="radio"/> Aire	<input checked="" type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 12 <input type="radio"/> Gas argón <input type="radio"/> 14 <input type="radio"/> 16 <input type="radio"/> 18 <input type="radio"/> 20				
<table border="1"> <tr> <td>Vidrio interior</td> <td>Espesor (mm)</td> </tr> <tr> <td> <input checked="" type="radio"/> Templado, de color azul <input type="radio"/> Templado, de color gris <input type="radio"/> Templado, de color verde </td> <td> <input checked="" type="radio"/> 6 </td> </tr> </table>	Vidrio interior	Espesor (mm)	<input checked="" type="radio"/> Templado, de color azul <input type="radio"/> Templado, de color gris <input type="radio"/> Templado, de color verde	<input checked="" type="radio"/> 6	
Vidrio interior	Espesor (mm)				
<input checked="" type="radio"/> Templado, de color azul <input type="radio"/> Templado, de color gris <input type="radio"/> Templado, de color verde	<input checked="" type="radio"/> 6				
<table border="1"> <tr> <td>Superficie de la hoja de vidrio (m²)</td> </tr> <tr> <td> <input checked="" type="radio"/> Sin especificar <input type="radio"/> Menor de 2 <input type="radio"/> Entre 2 y 3 <input type="radio"/> Entre 3 y 4 <input type="radio"/> Entre 4 y 5 <input type="radio"/> Entre 5 y 6 <input type="radio"/> Entre 6 y 7 <input type="radio"/> Entre 7 y 8 <input type="radio"/> Entre 8 y 9 <input type="radio"/> Mayor de 9 </td> </tr> </table>	Superficie de la hoja de vidrio (m²)	<input checked="" type="radio"/> Sin especificar <input type="radio"/> Menor de 2 <input type="radio"/> Entre 2 y 3 <input type="radio"/> Entre 3 y 4 <input type="radio"/> Entre 4 y 5 <input type="radio"/> Entre 5 y 6 <input type="radio"/> Entre 6 y 7 <input type="radio"/> Entre 7 y 8 <input type="radio"/> Entre 8 y 9 <input type="radio"/> Mayor de 9			
Superficie de la hoja de vidrio (m²)					
<input checked="" type="radio"/> Sin especificar <input type="radio"/> Menor de 2 <input type="radio"/> Entre 2 y 3 <input type="radio"/> Entre 3 y 4 <input type="radio"/> Entre 4 y 5 <input type="radio"/> Entre 5 y 6 <input type="radio"/> Entre 6 y 7 <input type="radio"/> Entre 7 y 8 <input type="radio"/> Entre 8 y 9 <input type="radio"/> Mayor de 9					

Figura 114: Opcions dels preus dels vidres.

Conegudes les finestres i les portes de la biblioteca (apartat 8.3.5.), s'agrupen i es classifiquen segons la seva mida:

Classificació dels buits i claraboies segons la seva mida				
Buit	Porta o finestra	Superfície (m ²)	Interval (m ²)	Quantitat
1	Finestra	8	8-9	8
2	Finestra	3,78	3-4	1
3	Finestra	5,2	5-6	7
4	Finestra	5,2	5-6	7
5	Finestra	10,1	>9	1
6	Finestra	5,2	5-6	8
7	Finestra	18,17	>9	1
8	Finestra	12,5	>9	7
11	Finestra	10,14	>9	1
12	Finestra	3,64	3-4	1
13	Finestra	9,75	>9	4
14	Finestra	5,33	5-6	1
15	Finestra	4,68	4-5	7
16	Finestra	1,43	<2	1
17	Finestra	12	>9	1
19	Finestra	2,34	2-3	1
20	Finestra	5,75	5-6	1
21	Finestra	9,89	>9	7
22	Finestra	9,89	>9	7
23	Finestra	5,75	5-6	1
24	Finestra	6,12	6-7	1
25	Finestra	5,4	5-6	1
26	Finestra	5,4	5-6	1
28	Finestra	13,42	>9	1
29	Finestra	9,75	>9	3
30	Finestra	5,5	5-6	1
31	Finestra	3,25	3-4	1
33	Finestra	8,15	8-9	1
9	Porta	5,5	2-3	2 de 1,1x2,5
10	Porta	1,8	<2	1
18	Porta	5,5	2-3	2 de 1,1x2,5
27	Porta	2	2-3	1
32	Porta	5,5	2-3	2 de 1,1x2,5
34	Porta	5,5	2-3	2 de 1,1x2,5

Taula 32: Classificació dels buits i claraboies segons la seva mida.

S'observa que hi ha un total de 4 portes de dues fulles, 1 d'una fulla i 28 finestres. No es té present en la millora la porta del buit 27, ja que és metàl·lica. Si tenim en compte

el multiplicador de cada buit, caldrà un total de 9 fulles de portes i 83 finestres. Seguint amb la substitució de vidres, es compraran:

Quantitat necessària de vidres segons la seva mida	
Interval (m^2)	Quantitat
<2	2
2-3	9
3-4	3
4-5	7
5-6	28
6-7	1
7-8	0
8-9	9
>9	33

Taula 33: Quantitat necessària de vidres segons la seva mida.

Es mostren els preus dels vidres. Preus vidres de $<2m^2$.

			Precio		
	Unidad	Descripción	Rendimiento	unitario	Importe
1		Materiales			
mt21veg011xgdcb	m ²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 8/6/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 8 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie menor de 2 m ² ; 20 mm de espesor total.	1,006	137,18	138,00
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	3,73	2,16
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					141,42
2		Mano de obra			
mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	19,85	6,83
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,344	18,75	6,45
Subtotal mano de obra:					13,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	154,70	3,09
Coste de mantenimiento decenal: 33,14€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		157,79

Figura 115: Preus vidres $< 2 m^2$.

Preus vidres de 2-3 m^2

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio	
				unitario	Importe
1		Materiales			
mt21veg011xgdcc	m ²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 8/6/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 8 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 2 y 3 m ² ; 20 mm de espesor total.	1,006	138,89	139,72
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	3,73	2,16
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					143,14
2		Mano de obra			
mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	19,85	6,83
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,344	18,75	6,45
Subtotal mano de obra:					13,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	156,42	3,13
Coste de mantenimiento decenal: 33,51€ en los primeros 10 años.					159,55
Costes directos (1+2+3):					159,55

Figura 116: Preus vidres 2–3 m².

Preus vidres de 3-4 m².

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio	
				unitario	Importe
1		Materiales			
mt21veg011xgdcd	m ²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 8/6/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 8 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m ² ; 20 mm de espesor total.	1,006	139,95	140,79
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	3,73	2,16
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					144,21
2		Mano de obra			
mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	19,85	6,83
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,344	18,75	6,45
Subtotal mano de obra:					13,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	157,49	3,15
Coste de mantenimiento decenal: 33,73€ en los primeros 10 años.					160,64
Costes directos (1+2+3):					160,64

Figura 117: Preus vidres 3–4 m².

Preus vidres de 4-5 m².

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio	
				unitario	Importe
1		Materiales			
mt21veg011xgdce	m ²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 8/6/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 8 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 4 y 5 m ² ; 20 mm de espesor total.	1,006	141,02	141,87
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	3,73	2,16
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					145,29
2		Mano de obra			
mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	19,85	6,83
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,344	18,75	6,45
Subtotal mano de obra:					13,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	158,57	3,17
Coste de mantenimiento decenal: 33,97€ en los primeros 10 años.					161,74
Costes directos (1+2+3):					161,74

Figura 118: Preus vidres 4 – 5 m².

Preus vidres de 5-5 m².

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio	
				unitario	Importe
1		Materiales			
mt21veg011xgdce	m ²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 8/6/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 8 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 5 y 6 m ² ; 20 mm de espesor total.	1,006	143,16	#####
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	3,73	2,16
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					147,44
2		Mano de obra			
mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	19,85	6,83
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,344	18,75	6,45
Subtotal mano de obra:					13,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	160,72	3,21
Coste de mantenimiento decenal: 34,43€ en los primeros 10 años.					163,93
Costes directos (1+2+3):					163,93

Figura 119: Preus vidres 5 – 6 m².

Preus vidres de 6-7 m².

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio	
				unitario	Importe
1		Materiales			
mt21veg011xgdcg	m ²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 8/6/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 8 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 6 y 7 m ² ; 20 mm de espesor total.	1,006	145,72	146,59
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	3,73	2,16
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					150,01
2		Mano de obra			
mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	19,85	6,83
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,344	18,75	6,45
Subtotal mano de obra:					13,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	163,29	3,27
Coste de mantenimiento decenal: 34,98€ en los primeros 10 años.					166,56
Costes directos (1+2+3):					166,56

Figura 120: Preus vidres 6 – 7 m².

Preus vidres de 8-9 m².

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio	
				unitario	Importe
1		Materiales			
mt21veg011xgdci	m ²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 8/6/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 8 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 8 y 9 m ² ; 20 mm de espesor total.	1,006	148,92	149,81
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	3,73	2,16
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					153,23
2		Mano de obra			
mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	19,85	6,83
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,344	18,75	6,45
Subtotal mano de obra:					13,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	166,51	3,33
Coste de mantenimiento decenal: 35,67€ en los primeros 10 años.					169,84
Costes directos (1+2+3):					169,84

Figura 121: Preus vidres 8 – 9 m².

Preus vidres de >9 m².

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio	
				unitario	Importe
1		Materiales			
mt21veg011xgdcj	m²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 8/6/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 8 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie mayor de 9 m²; 20 mm de espesor total.	1,006	151,05	151,96
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	3,73	2,16
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					155,38
2		Mano de obra			
mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	19,85	6,83
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,344	18,75	6,45
Subtotal mano de obra:					13,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	168,66	3,37
Coste de mantenimiento decenal: 36,13€ en los primeros 10 años.					172,03
Costes directos (1+2+3):					172,03

Figura 122: Preus vidres > 9 m².

Coneguts els preus i la quantitat de vidres a demanar, es calcula el cost:

Cost dels vidres			
Interval (m²)	Quantitat	Preu per unitat (€/unitat)	Preu (€)
<2	2	157,79	315,58
2-3	9	159,55	1435,95
3-4	3	160,64	481,92
4-5	7	161,74	1132,18
5-6	28	163,93	4590,04
6-7	1	166,56	166,56
8-9	9	169,84	1528,56
>9	33	172,03	5676,99
Total			15327,78

Taula 34: Cost dels vidres.

El cost total de canvi de vidres és de 15327,78€. Ara canviarem els marcs de les finestres i portes. Primer es realitzaran les portes. En les portes, que són els buits 9, 10, 18, 27, 32 i 34 (veure taula), es demanaran un total de 9 fulles. Les mesures i preus són els següents:

Mida de les fulles de les portes			
Buit	Longitudxamplada (m)	Porta o finestra	Fulles
9	2,5x2,2	Porta	2 de 1,1x2,5
10	2x0,9	Porta	1
18	2,5x2,2	Porta	2 de 1,1x2,5
27	2x1	Porta	1
32	2,5x2,2	Porta	2 de 1,1x2,5
34	2,5x2,2	Porta	2 de 1,1x2,5

Taula 35: Mida de les fulles de les portes.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt24ctz100ahka	Ud	Ventana de PVC, serie C70 Corredera "CORTIZO", dos hojas correderas, dimensiones 2000x1500 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1.	1,000	422,71	422,71
mt23var010b	Ud	Kit de cerradura de seguridad para carpintería de PVC.	1,000	23,25	23,25
mt25pco015aaaa	m²	Persiana enrollable de lamas de PVC, de 37 mm de anchura, color blanco, equipada con eje, discos, cápsulas y todos sus accesorios, con cinta y recogedor para accionamiento manual, en carpintería de aluminio o de PVC, incluso cajón incorporado (monoblock), de 166x170 mm, de PVC acabado estándar, con permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207 y transmitancia térmica mayor de 2,2 W/(m²K). Según UNE-EN 13659.	3,150	56,65	178,45
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,190	5,29	6,30
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	1,190	4,73	5,63
Subtotal materiales:					636,34
2		Mano de obra			
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,557	18,82	29,30
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,132	17,58	19,90
Subtotal mano de obra:					49,20
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	685,54	13,71
Coste de mantenimiento decenal: 62,93€ en los primeros 10 años.					699,25
Costes directos (1+2+3):					

Figura 123: Preus marcs portes.

En les finestres s'aplica el mateix criteri que a les portes. Hi ha un total de 28 finestres, 83 tenint en compte el multiplicador. S'aplicaran els següents preus:

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio	
				unitario	Importe
1		Materiales			
mt24kom035aaQ	Ud	Puerta de PVC, serie Eurofutur 70 "KÖMMERLING", dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1200x2400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color 654 Blanco, perfiles de 70 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores de acero galvanizado, mecanizaciones de desagüe y descompresión, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1650, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210, con certificado AENOR de producto nº 001/005954. Garantía de 10 años del fabricante del perfil, para la estabilidad del color, de las dimensiones y de la resistencia al impacto.	1,000	470,94	470,94
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,224	5,29	6,47
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura $\geq 800\%$, según UNE-EN ISO 8339.	0,576	4,73	2,72
Subtotal materiales:					480,13
2		Mano de obra			
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,547	18,82	29,11
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,137	17,58	19,99
Subtotal mano de obra:					49,10
3	%	Costes directos complementarios Costes directos complementarios	2,000	529,23	10,58
Coste de mantenimiento decenal: 48,58€ en los primeros 10 años.					539,81
Costes directos (1+2+3):					539,81

Figura 124: Preus marcs portes.

Cost dels marcs			
Ítem	Quantitat	Preu per unitat (€/unitat)	Preu (€)
Marc de portes	9	699,25	6293,25
Marc de finestres	83	539,81	44804,23
Total			51097,48

Taula 36: Cost dels marcs

Cost de substitució de vidres i marcs	
Tasca	Preu (€)
Substitució vidres	15327,29
Substitució marcs	51097,48
Total	66424,77

Taula 37: Cost de substitució de vidres i marcs

El cost total de canvi de finestres i portes és 66424,77€.

12.3. Substitució del sistema d'il·luminació

La biblioteca disposa d'una gran quantitat d'elements lumínics, amb una potència total de 40kW, aproximadament, amb una intensitat lumínica per lluminària de 500lux. Totes les dades han estat extretes de (Soningeo Energy, 2016). En la següent taula, extreta de, es resumeix la totalitat del sistema lumínic de la biblioteca:

Càlcul d'intensitat lumínica necessària					
Nº	Tipus lluminària	Quan- titat	Potència (W)	Potència total antiga (W)	Intensitat lumínica necessària teòrica (lux)
1	Fluorescent llarg	7	58	406	3500
2	Fluorescent llarg	32	58	1856	16000
3	Fluorescent llarg	4	36	144	2000
4	Fluorescent llarg	9	36	324	4500
5	Fluorescent llarg	34	58	1972	17000
6	Fluorescent curt	14	26	364	7000
7	Fluorescent llarg	78	58	4524	39000
8	Fluorescent curt	8	9	72	4000
9	Fluorescent curt	4	9	36	2000
10	Fluorescent llarg	1	18	18	500
11	Fluorescent curt	2	9	18	1000
12	Fluorescent llarg	8	36	288	4000
13	Fluorescent llarg	1	18	18	500
14	Fluorescent llarg	1	18	18	500

15	Incandescent	1	100	100	500
16	Fluorescent llarg	10	36	360	5000
17	Incandescent	4	100	400	2000
18	Fluorescent curt	40	13	520	20000
19	Fluorescent llarg	1	36	36	500
20	Fluorescent llarg	15	58	870	7500
21	Fluorescent llarg	3	58	174	1500
22	Fluorescent llarg	4	58	232	2000
23	Fluorescent llarg	12	58	696	6000
24	Fluorescent curt	8	13	104	4000
25	Fluorescent curt	3	13	39	1500
26	Fluorescent curt	5	13	65	2500
27	Fluorescent curt	5	13	65	2500
28	Fluorescent curt	1	13	13	500
29	Fluorescent curt	1	23	23	500
30	Fluorescent llarg	2	36	72	1000
31	Fluorescent llarg	154	58	8932	77000
32	Halogen metàl·lic	31	100	3100	15500
33	Halogen metàl·lic	6	250	1500	3000
34	Fluorescent llarg	1	18	18	500
35	Fluorescent curt	4	9	36	2000
36	Fluorescent curt	6	9	54	3000
37	Fluorescent curt	6	9	54	3000
38	Fluorescent llarg	1	18	18	500
39	Fluorescent llarg	4	58	232	2000
40	Fluorescent llarg	16	58	928	8000
41	Fluorescent llarg	16	58	928	8000
42	Fluorescent llarg	1	58	58	500
43	Halogen metàl·lic	7	100	700	3500
44	Fluorescent llarg	6	36	216	3000
45	Fluorescent llarg	2	58	116	1000
46	Fluorescent curt	3	13	39	1500
47	Fluorescent curt	4	13	52	2000
48	Fluorescent llarg	4	58	232	2000
49	Fluorescent llarg	13	58	754	6500
50	Fluorescent curt	5	13	65	2500
51	Fluorescent curt	5	13	65	2500
52	Fluorescent llarg	60	58	3480	30000
53	Fluorescent llarg	1	18	18	500
54	Fluorescent curt	14	9	126	7000
55	Fluorescent curt	4	9	36	2000
56	Fluorescent llarg	4	58	232	2000
57	Fluorescent llarg	4	58	232	2000

58	Fluorescent curt	5	13	65	2500
59	Incandescent	1	60	60	500
60	Fluorescent curt	2	13	26	1000
61	Fluorescent llarg	20	58	1160	10000
62	Fluorescent llarg	4	58	232	2000
63	Fluorescent llarg	4	58	232	2000
64	Fluorescent curt	10	9	90	5000
65	Fluorescent llarg	1	36	36	500
66	Fluorescent llarg	1	36	36	500
67	Vapor de sodi	1	250	250	500
68	Fluorescent curt	4	13	52	2000
69	Fluorescent curt	6	13	78	3000
70	Fluorescent llarg	5	58	290	2500
71	Halogen metàl·lic	8	150	1200	4000
72	Fluorescent curt	18	11	198	9000
Total				40053	395000

Taula 38: Càlcul d'intensitat lumínica necessària.

Substituint tots els elements per un sistema lumínic LED de la mateixa intensitat lumínica, podria reduir considerablement la despesa energètica, especialment a l'hivern, que és quan s'han d'encendre els llums durant més temps. Es mostren preus:

				Precio	
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	unitario	Importe
1		Materiales			
mt34lle010aa	Ud	Luminaria circular fija de techo tipo Downlight, no regulable, serie Advance 90 CRI90, referencia 001520V2 "LLEDÓ", de 11 W, alimentación a 220/240 V y 50-60 Hz, de 97,5 mm de diámetro de empotramiento y 112 mm de altura, con lámpara LED no reemplazable LED930, temperatura de color 3000 K, óptica formada por reflector recubierto con aluminio vaporizado, acabado muy brillante, de alto rendimiento, haz de luz Spot, aro embellecedor de aluminio inyectado, acabado termoesmaltado, de color blanco, índice de reproducción cromática mayor de 90, flujo luminoso 756 lúmenes, grado de protección IP20, con flejes de fijación, para empotrar.	1,000	143,23	143,23
Subtotal materiales:					143,23
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,300	19,11	5,73
mo102	h	Ayudante electricista.	0,300	17,50	5,25
Subtotal mano de obra:					10,98
3		Costes directos complementarios			
%		Costes directos complementarios	2,000	154,21	3,08
Coste de mantenimiento decenal: 86,51€ en los primeros 10 años.					157,29
Costes directos (1+2+3):					157,29

Figura 125: Preus Il·luminària.

Suposant que cada lluminària produeix 500lux, i sabent que la nova a instal·lar produeix 756 lux (veure preus anteriors), és possible calcular la quantitat necessària a comprar, mantenint la mateixa intensitat lumínica. En la següent taula s'especifica la quantitat arrodonida per excés i preu total:

Càlcul quantitat necessària de lluminàries				
Nº	Potència total antiga (W)	Intensitat lumínica necessària teòrica (lux)	Quantitat necessària	Potència total (W)
1	406	3500	5	55
2	1856	16000	22	242
3	144	2000	3	33
4	324	4500	6	66
5	1972	17000	23	253
6	364	7000	10	110
7	4524	39000	52	572
8	72	4000	6	66
9	36	2000	3	33
10	18	500	1	11
11	18	1000	2	22
12	288	4000	6	66
13	18	500	1	11
14	18	500	1	11
15	100	500	1	11
16	360	5000	7	77
17	400	2000	3	33
18	520	20000	27	297
19	36	500	1	11
20	870	7500	10	110
21	174	1500	2	22
22	232	2000	3	33
23	696	6000	8	88
24	104	4000	6	66
25	39	1500	2	22
26	65	2500	4	44
27	65	2500	4	44
28	13	500	1	11
29	23	500	1	11
30	72	1000	2	22
31	8932	77000	102	1122
32	3100	15500	21	231
33	1500	3000	4	44

34	18	500	1	11
35	36	2000	3	33
36	54	3000	4	44
37	54	3000	4	44
38	18	500	1	11
39	232	2000	3	33
40	928	8000	11	121
41	928	8000	11	121
42	58	500	1	11
43	700	3500	5	55
44	216	3000	4	44
45	116	1000	2	22
46	39	1500	2	22
47	52	2000	3	33
48	232	2000	3	33
49	754	6500	9	99
50	65	2500	4	44
51	65	2500	4	44
52	3480	30000	40	440
53	18	500	1	11
54	126	7000	10	110
55	36	2000	3	33
56	232	2000	3	33
57	232	2000	3	33
58	65	2500	4	44
59	60	500	1	11
60	26	1000	2	22
61	1160	10000	14	154
62	232	2000	3	33
63	232	2000	3	33
64	90	5000	7	77
65	36	500	1	11
66	36	500	1	11
67	250	500	1	11
68	52	2000	3	33
69	78	3000	4	44
70	290	2500	4	44
71	1200	4000	6	66
72	198	9000	12	132
Total	40053	395000	551	6061

Taula 39: Càlcul quantitat necessària de lluminàries.

On es necessiten 551 lluminàries, sumant un total de 6061W. S'observa una reducció de potència considerable respecte la potència antiga.

Cost substitució il·luminació			
Ítem	Quantitat	Preu per unitat (€/unitat)	Preu (€)
Lluminàries	551	157,29	86666,79
Total			86666,79

Taula 40: Cost substitució 'il·luminació.

El cost total de la substitució del sistema lumínic és de 86666,79€

12.4. Totes les millores

Ja coneguts els costos de les millores, es procedeix a calcular el cost total:

Cost de totes les millores	
Tasca	Preu (€)
Total substitució de caldera	41273,32
Total substitució vidres i marcs	66424,77
Total substitució il·luminació	86666,79
Total	194364,88

Taula 41: Cost de totes les millores.

El cost de l'aplicació de totes les millores és de 194364,88€.

13. IMPACTE DE LES MILLORES ENERGÈTIQUES

Una vegada mostrades totes les millores energètiques, és el moment d'avaluar-les en separat i en conjunt al CE3X, per veure el grau de millora que provoquen en la certificació simplificada i exhaustiva, en comparació a la no aplicació d'aquestes.

13.1. Substitució de caldera

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	71.8 G	71.8 G	0.0 %	A
Demanda de refrigeración	5.4 A	5.4 A	0.0 %	B
Emisiones de calefacción	5.7 B	21.7 G	73.7 %	C
Emisiones de refrigeración	0.6 A	0.6 A	0.0 %	D
Emisiones de ACS	No calificable	No calificable	-	E
Emisiones de iluminación	10.6 C	10.6 C	0.0 %	F
EMISIONES GLOBALES	23.8 C	39.8 E	40.3 %	G

Figura 126: Qualificació millorada de la caldera.

El fet de substituir la caldera comporta una reducció notable en les emissions de calefacció (73,7%, G→B), aspecte de gran pes en la certificació deguda a l'alta demanda de calefacció. Aquesta millora també repercuteix de forma apreciable en el global d'emissions (40,3%, E→C). No s'observen reduccions en cap demanda i altres tipus d'emissions. En resum, s'ha aconseguit millorar l'aspecte emissiu de la biblioteca, sense variar l'energètic.

13.2. Substitució de vidres i marcs

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

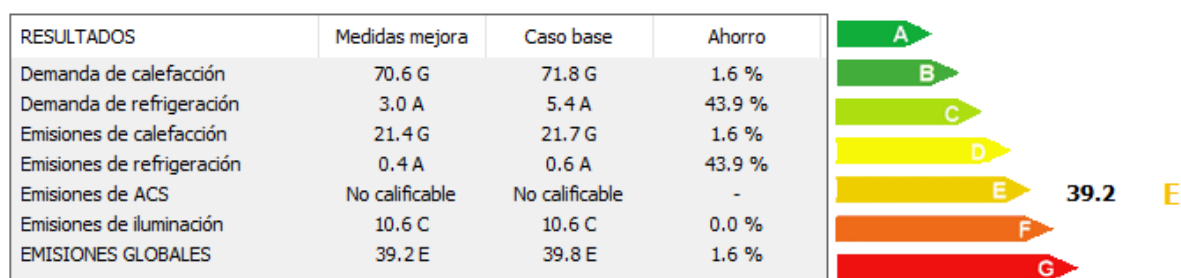


Figura 127: Qualificació millorada de vidres i marcs.

En aquesta millora, s'ha aconseguit una petita disminució en la demanda de calefacció (1,6%, mantenint qualificació). La raó de no tenir un estalvi major radica en la gran quantitat de superfície exposada cap a la biblioteca cap a l'exterior, formada per les cobertes, terra, murs i buits i claraboies, on només s'han modificat aquests últims. Tot i això, en termes de reducció de valors d'emissions és una reducció acceptable.

En quant a la demanda i emissions de refrigeració, s'ha calculat una disminució pròxima al 50% (43,9%, mantenint qualificació) que en termes de valors i no de percentatge, no és tant significativa, però si contributiva a la disminució d'emissions global (1,6%, mantenint qualificació), en valors.

13.3. Substitució del sistema d'il·luminació

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

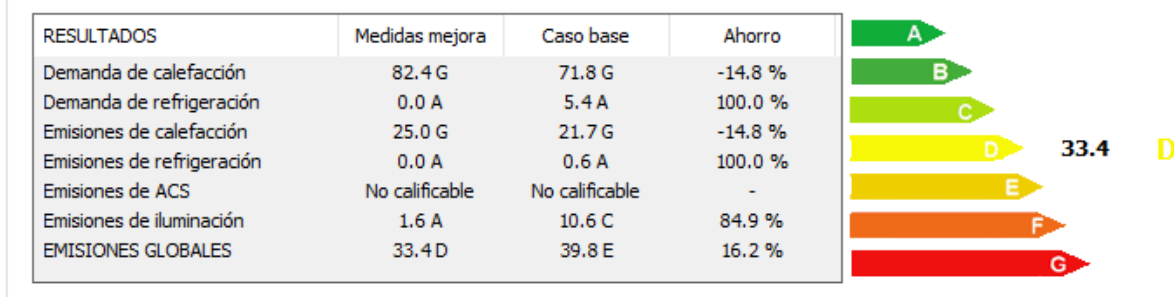


Figura 128: Qualificació millorada d'il·luminació.

Al substituït el sistema lumínic, s'empitjora la demanda i emissions tèrmiques (-14,8%, mantenint qualificació) i es redueix considerablement les emissions i demanda de refrigeració (100%, mantenint qualificació). Aquest fenomen es degut a la disminució

de la producció de calor dels focus lumínics per augment d'eficiència, que afavorirà al sistema de producció de fred i dificulta al de calor. S'observa una disminució de les emissions associades a l'ús d'il·luminació molt positives (84,9% C→A). En conjunt, es redueix en un (16,2%, E→D) les emissions globals.

13.4. Totes les millores

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

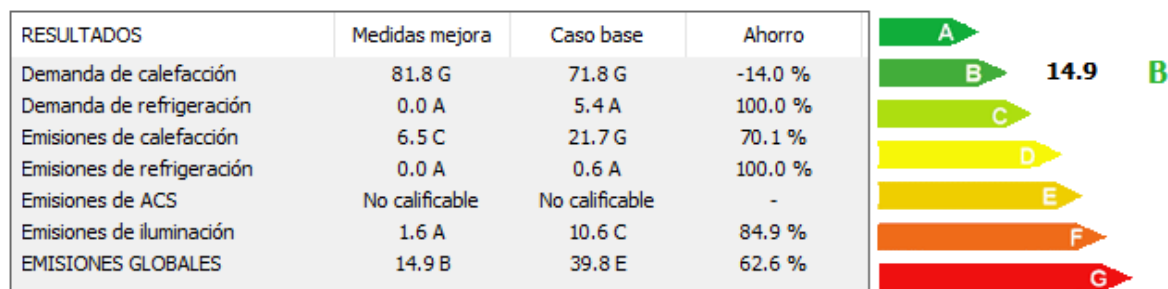


Figura 129: Qualificació millorada de totes les millores sumades.

Si s'apliquen totes les mesures simultàniament, és l'equivalent a la suma de les individuals. Tot i tenir un pitjor resultat en la demanda tèrmica (-14,8%, mantenint qualificació), s'ha aconseguit millorar de forma molt significativa el resultat global de l'edifici, i en la resta de paràmetres. S'estalvia de forma rellevant en emissions i demanda de refrigeració (100%, mantenint qualificació), emissions d'il·luminació (84,9%, C→A) i emissions globals (16,2%, E→D).

14. VIABILITAT ECONÒMICA

L'estudi de viabilitat econòmica permet analitzar econòmicament les millores proposades. Gràcies al programa certificador CE3X, és possible calcular el VAN (Valor Actual Net) y el temps d'amortització. Es començarà introduint les dades al programa.

Els consums (apartat 10) ja es coneixen, i els costos de substitució (apartat 12), també. En quant a l'increment anual del preu de l'energia s'ha extret del lloc web (Ocu, 2019), on s'ha suposat l'increment del preu de l'electricitat d'entre 2018 i 2017. Es considera que el consum de gas natural en termes d'energia és idèntic al de pellet.

En el tipus d'interès, s'ha considerat d'un 1,67%, que és la inflació espanyola mitjana de 2018 (Inflation, 2019). Es suposarà com a constant. Els preus del gas natural (Galícia, 2019), pellets (Pelletsyleña, 2019) i electricitat (Tarifasenergía, 2019) estan a data de 26/11/19.

En quant a la vida útil de la caldera s'ha extret de (Lucera, 2019). La vida útil de les finestres y portes de PVC, de (Onventanas, 2019) (la mitjana). Finalment, la vida útil del sistema lumínic s'ha extret de (Industriascrm, 2019), la global es suposa la mitjana de les 3. S'introdueixen les dades al CE3X:

Introducció de dades en la viabilitat econòmica	
Ítem	Valor
Consum anual gas natural i pellet (KWh)	159602,33
Consum anual electricitat (KWh)	218108,5
Increment anual preu energia (%)	6
Tipus d'interès o cost d'oportunitat (%)	1,67
Preu gas natural (€/KWh)	0,04099
Preu pellets (€/KWh)	0,0389
Preu electricitat (€/KWh)	0,0895
Total substitució de caldera (€)	41273,32
Total substitució vidres i marcs (€)	66424,77
Total substitució il·luminació (€)	86666,79
Vida útil caldera (anys)	20
Vida útil marcs i portes (anys)	40
Vida útil il·luminació (anys)	11
Vida útil totes (anys)	23,6

Taula 42: Introducció de dades en la viabilitat econòmica.

	Medida de mejora	Conjunto	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)
1	Vidrios y marcos	CRISTALES Y VENTANAS	Sustitución/mejora de Huecos	40	66424.77
2	Nuevas Instalaciones	LUZ	Instalaciones	11	86666.79
3	Nuevas Instalaciones	CALDERA	Instalaciones	20	41273.32
4	Nuevas Instalaciones	TODOS	Instalaciones	23.6	194364.88

Figura 130: Introducció de dades en la viabilitat econòmica al CE3X..

S'obtenen els següents resultats. En la suma de les millores s'ha suposat la mitjana de la vida útil de cada millora individual.

Resultats de la viabilitat econòmica		
Millora	Temps d'amortització (anys)	VAN (€)
Substitució de vidres i marcs	25,1	212745,1
Substitució d'il·luminació	5,9	121059,1
Substitució de caldera	12,4	64880,3
Totes les millores sumades	10,6	530926

Taula 43: Resultats de la viabilitat econòmica.

Al realitzar l'anàlisi econòmic, en la substitució dels vidres i marcs s'haurà d'esperar fins a 25,1 anys per començar a veure estalvi energètic. El seu cost és de 66424,77€, situat en un valor mitjà. Aquest fet és degut al seu gran cost d'operació. Aquesta inversió és la més arriscada en termes temporals tot i no ser l'opció més costosa ni la que provoca la major millora global en la qualificació de l'etiqueta energètica. D'altra banda, els vidres i marcs són els que presenten més vida útil, a més de ser l'opció que

presenta un valor molt interessant de VAN (212745,1€). Es considera rendible aquesta opció.

La millora d'il·luminació presenta el temps d'amortització més reduït (5,9 anys), tot i necessitar una gran inversió econòmica (86666,79€). Presenta un significatiu impacte sobre la millora global de la qualificació energètica de l'etiqueta energètica. El VAN, (121059,1€) està en un valor mitjà entre les altres opcions. Opció acceptada.

En quant al canvi de caldera per una de biomassa, com s'ha vist, no provoca millora, (sinó empitjora lleugerament) la qualificació de calefacció, degut a uns tancaments no suficientment aïllants. Aquest fet es compensa amb un canvi important en les emissions, ja que abans presentava una mala puntuació d'emissions de CO_2 , degut a l'ús del gas natural. A més, els pellets resulten més econòmics, tot reduint la despesa dedicada a la producció de calor, tot i les grans pèrdues dels tancaments. Presenta un impacte global mitjà, en la millora de la qualificació de l'etiqueta energètica, però és l'opció de menys cost (41273,32€) i menor VAN (64880,3€), amb un retorn mitjà (12,4 anys). Opció també viable.

En l'alternativa d'aplicar la suma de totes les millores suposa el major cost (194364,88€), però és l'opció que presenta major VAN (530926€), i un temps de retorn situat a la mitja (10,6 anys). Finalment, ponderant la relació cost-benefici econòmic, energètic i ambiental, es considera que aplicar totes les millores és la decisió correcta, ja que presenta el VAN més positiu i la major millora en els resultats de l'etiqueta energètica, encara que presenti un gran cost d'inversió.

15. TEMPORALITZACIÓ DE LES MILLORES

En aquest apartat s'especificarà l'inici i duració de l'ampliació de les millores. S'utilitzarà el calendari de 2020 (Calendarios laborales, 2019). La biblioteca romandrà tancada al públic durant tota la duració de l'obra. Es considera que el personal treballa 8 hores per dia laborable. Totes les millores començaran simultàniament. Les jornades laborals s'han arrodonit per excés.

Càlcul de jornades laborals necessàries					
Tasca	Treballador associat	Hores treballador per unitat (h/u)	Quantitat	Hores totals (h)	Jornades laborals
Substitució de caldera	Oficial 1r calefactor	12	1	12	2
	Ajudant calefactor	12	1	12	2
Substitució de vidres i marcs	Oficial 1r vidrer	0,444	92	40,848	6
	Ajudant vidrer	0,344	92	31,648	4
	Oficial 1r manyà	1,557	9	14,013	2
	Ajudant manyà	1,132	9	10,188	2
	Oficial 1r manyà	1,547	28	43,316	6
	Ajudant manyà	1,137	28	31,836	4
Substitució d'il·luminació	Oficial 1r electricista	0,3	551	165,3	21
	Ajudant electricista	0,3	551	165,3	21

Taula 44: Càlcul de jornades laborals necessàries.



info@calendarioslaborales.com

Calendario Laboral Barcelona 2020



Figura 131: Calendari laboral 2020. Font: (Calendarioslaborales, 2019).

Tenint en compte que la data d'inici és al 2 de març de 2020, els festius corresponents i el número de jornades laborals per cada tipus de millora a realitzar, és possible calcular la data final i planificar la temporalització de les millores.

Temporalització de les millores			
Millora	Data inici	Duració (dies)	Data final
Substitució de caldera	02/03/2020	2	04/03/2020
Substitució de vidres i marcs		6	10/03/2020
Substitució d'il·luminació		21	31/03/2020
Global		21	31/03/2020

Taula 45: Temporalització de les millores.

Per tant, l'obra durarà un màxim de 21 dies laborables, sent pràcticament tot el mes de març.



16. PRESSUPOST

Es considera el cost d'estudi de 18€/h, amb una duració de 360h. Per tant, el cost total és de 5400€. Amb un IVA del 21%, el cost ascendeix a 6534€.

17. ASPECTES AMBIENTALS

Com s'ha explicat a l'apartat de Justificació (apartat 4), i Requeriments (apartat 3), la motivació d'aquest treball respon al compliment dels objectius de les normatives ambientals europees i espanyoles, i a la sensibilització a les persones sobre l'impacte mediambiental que provoca l'ús d'energia i combustibles en els edificis, un sector amb gran pes. Mitjançant la certificació energètica en la biblioteca es permet veure quin grau d'eficiència energètica presenta l'edifici, és a dir, quina quantitat d'energia és utilitzada en la climatització, i quina es perd pels tancaments. També permet observar la quantitat d'emissions de CO_2 , associades a la producció d'energia necessària per la climatització. Addicionalment, es proposen unes millores que milloren els resultats dels certificats.

L'objectiu general d'aquest treball, és conscienciar a les persones sobre la importància dels certificats energètics i de la millora dels resultats d'aquests (sempre que sigui possible i viable econòmicament). Aquest fet permetrà reduir la petjada ecològica, el consum energètic i la despesa energètica de la Biblioteca Central de Terrassa, però també aplicable a altres edificis.

Mitjançant la proposta de millores s'ha permès reduir considerablement les emissions de CO_2 per la reducció del consum elèctric associat a la il·luminació, modificació del tipus de combustible a un més ecològic (pellet), i la millora de les propietats tèrmiques d'alguns tancaments mitjançant la substitució de vidres i marcs. L'impacte sobre les emissions s'ha explicat als apartats 9, 11, 12 i 19.

18. PROPOSTES DE FUTURS TREBALLS

Una vegada realitzat el treball, es recomanaria a l'estudiantat, enginyeres, enginyers o persones que estiguin interessades en realitzar una certificació energètica de la Biblioteca Central de Terrassa, una sèrie de punts amb ànims d'obtenir una certificació energètica més precisa per contribuir a millorar l'eficiència energètica de l'edifici.

Es podria realitzar un anàlisi energètic més exhaustiu. La utilització de sondes infraroig, per exemple, permetria mesurar les pèrdues tèrmiques de forma instantània i amb gran precisió, per a qualsevol ubicació, orientació i distància. Per exemple, es podria mesurar la calor transmesa pels murs o claraboies cap a l'exterior. En termes dels equips tèrmics, en comptes de utilitzar un registre de consums d'electricitat o gas natural, podria ser més precís mesurar in situ i en temps real els consums.

D'aquesta manera, la certificació s'enfocaria en dades de mesura en temps real, en comptes de suposar els coeficients tèrmics o dades de consums a partir de les dades constructives i registres. Aquest mètode es suposa com a més precís, ja que no té en

compte les possibles variacions de les propietats tèrmiques dels materials. Com a inconvenient, les mesures realitzades serien locals, sent necessari mesurar en una gran quantitat de punts diferents per establir una mitjana de valors (com ara la temperatura).

Sobre la proposta de millores, es proposa buscar noves alternatives. És possible que algunes siguin més convenientes que altres.

Finalment, es recomana treballar amb el programa CE3X, ja que es considera una eina de gran potència i versatilitat per realitzar certificacions, tant simplificades com exhaustives.

19. CONCLUSIONS

En aquest treball s'ha realitzat una certificació simplificada i exhaustiva, seguides d'una comparació amb els consums reals i proposta i anàlisi de possibles millores energètiques. Aquest plantejament respon a l'objectiu i justificació, limitats per l'abast del treball. Aquestes accions volen analitzar la biblioteca per veure quin és la seva certificació energètica, i quins aspectes es poden millorar a efectes de reduir la seva demanda energètica, augmentar la seva eficiència energètica i reduir les emissions de CO_2 associades a la producció d'energia.

En la certificació simplificada, s'observa una qualificació global d'emissions de E ($39,7 \frac{kgCO_2}{m^2} * any$). Els seus indicadors parcials de calefacció, refrigeració i il·luminació indiquen G ($21,67 \frac{kgCO_2}{m^2} * any$), A ($0,6 \frac{kgCO_2}{m^2} * any$) i C ($10,64 \frac{kgCO_2}{m^2} * any$).

La demanda d'energia primària no renovable mostra una qualificació de E ($208,6 \frac{KWh}{m^2} * any$). Els seus indicadors parcials de calefacció, refrigeració i il·luminació indiquen G ($102,34 \frac{kgCO_2}{m^2} * any$), A ($3,53 \frac{kgCO_2}{m^2} * any$) i C ($62,78 \frac{kgCO_2}{m^2} * any$), respectivament.

En quant a la qualificació parcial de demanda d'energia, en la calefacció s'ha obtingut un G, ($71,5 \frac{KWh}{m^2} * any$), i la refrigeració un A ($5 \frac{KWh}{m^2} * any$).

Com a conclusió, s'ha de millorar el resultat globalment, especialment en les emissions i consum energètic de la calefacció.

En la certificació exhaustiva, s'observen les mateixes qualificacions i conclusions que en la certificació simplificada, on els valors són, en general, lleugerament pitjors. Es considera aquesta certificació com a més precisa.

Una vegada realitzades les certificacions, es comparen amb el registre de consums elèctric i de gas natural reals de la biblioteca. Si es comparen els resultats teòrics de les certificacions amb els consums reals, s'observa que els consums reals presenten una pitjor qualificació (F, $233,74kWh/m^2$ any). Aquesta discrepància entre el valor real i teòric és deguda, probablement, a la precisió i exhaustivitat en la realització de les certificacions. També, en la memòria i plànols de la biblioteca no constaven algunes

informacions sobre tancaments i instal·lacions, i alguns dels equips actuals no hi eren. S'ha utilitzat dades d'un estudi energètic actual de la biblioteca, on existien algunes discrepàncies en superfícies, espais i instal·lacions, que s'han considerat com a fiables per ser un estudi més actual. A més, com s'ha comentat, la biblioteca ha modificat alguns equips que no estaven a la memòria, com, per exemple, les lluminàries foses per altres models nous, o el refrigerador, on, segurament, hauran permès reduir el consum global, degut a la major eficiència d'aquests per ser equips més moderns.

Es proposen una sèrie de millores energètics amb l'objectiu de millorar els resultats de les certificacions, que són la substitució de la caldera per una nova que utilitzi pellets com a combustible, la substitució de vidres i marcs, la substitució del sistema lumínic i totes les millores simultàniament.

El fet de substituir la caldera comporta una reducció notable en les emissions de calefacció (73,7%, $G \rightarrow B$), i en el global d'emissions (40,3%, $E \rightarrow C$). No s'observen reduccions en cap demanda energètica i altres tipus d'emissions.

La substitució dels vidres i marcs vells per un vidre doble amb marc de PVC provoca una petita disminució en la demanda de calefacció (1,6%, mantenint qualificació). En quant a la demanda i emissions de refrigeració, s'ha arribat al 43,9%, mantenint qualificació, que en termes de valors i no de percentatge, no és tant significativa, però sí contributiva a la disminució d'emissions global (1,6%, mantenint qualificació), en valors.

Al substituir el sistema lumínic, s'empitjora la demanda i emissions tèrmiques (-14,8%, mantenint qualificació) i es redueix considerablement les emissions i demanda de refrigeració (100%, mantenint qualificació). Aquest fenomen es degut a la disminució de la producció de calor dels focus lumínics per augment d'eficiència, que afavorirà al sistema de producció de fred i dificulta al de calor. S'observa una disminució de les emissions associades a l'ús d'il·luminació molt positives (84,9% $C \rightarrow A$). En conjunt, es redueix en un (16,2%, $E \rightarrow D$) les emissions globals.

En la millora global, que aplica totes les millores anteriors, sumades, es troba un pitjor resultat en la demanda tèrmica (-14,8%, mantenint qualificació), però s'estalvia de forma rellevant en emissions i demanda de refrigeració (100%, mantenint qualificació), emissions d'il·luminació (84,9%, $C \rightarrow A$) i emissions globals (16,2%, $E \rightarrow D$).

S'efectua un anàlisi de viabilitat econòmica, es considera que totes les opcions de millora son rendibles econòmicament. La substitució de caldera té un retorn de 12,4 anys, amb un cost de 41273,32€ i un VAN de 64880,3€. La substitució dels vidres i marcs, 25,1 anys, 66424,77€ i 212745,1€, respectivament. La substitució de les lluminàries, 5,9 anys, 86666,79€ i 121059,1€, respectivament. La millora global, 10,6 anys, 194364,88€ i 530926€, respectivament. Finalment, tenint el compte la millora provocada sobre el resultat del certificat energètic, el temps de retorn, el VAN i el cost d'inversió de cada opció, es decideix aplicar totes les millores.



Està previst que el període d'implementació de les millores duri entre el 2 de març i el 31 de març de 2020, amb un total de 21 dies laborables.

Finalment, es considera que s'han assolit els objectius d'aquest treball, i que, en aplicar les millores, ha estat possible millorar el resultat de la certificació energètica de la biblioteca, tot reduint emissions de CO_2 , despeses i energia total necessària.

20. PLANIFICACIÓ I DIAGRAMA DE GANTT

Les tasques de planificació d'aquest treball són les següents:

20.1. Taula de tasques

Taula de tasques		
Nº	Tasca	Descripció
1	Obtenció documentació	Realitzar una instància a l'Ajuntament de Terrassa i visitar la biblioteca per obtenir els plànols, memòria, pressupostos, registre de consums i fotografies.
2	Project charter	Exposar l'objectiu, abast, requeriments, background i calendari.
3	Cerca de lleis i normatives	Investigar sobre les normatives i lleis que governen la certificació energètica a Europa i Espanya.
4	Cerca de mètodes i processos	Investigar sobre mètodes i processos de certificació energètica.
5	Aprenentatge CE3X	Aprendre sobre l'ús i característiques del programa CE3X.
6	Certificació simplificada	Obtenir de l'etiqueta energètica simplificada de la Biblioteca amb CE3X.
7	Certificació exhaustiva	Obtenir de l'etiqueta energètica exhaustiva de la Biblioteca amb CE3X.
8	Registre de consums	Estudiar el registre de consums de la Biblioteca.
9	Comparació consums	Comparar els consums reals amb els trobats per les dues certificacions.
10	Proposta de millores	Investigar sobre possibles alternatives per millorar el resultat dels certificats energètics.
11	Certificació simplificada i exhaustiva amb millores	Obtenir l'etiqueta energètica simplificada i exhaustiva considerant les millores.
12	Viabilitat econòmica	Realitzar un estudi econòmic i selecció de les propostes de millora.
13	Programació de millores	Programar i planificar les propostes seleccionades.
14	Pressupost	Elaboració del pressupost
15	Conclusions, aspectes ambientals i propostes	Redactar les conclusions, aspectes ambientals i propostes de futur del treball.
16	Redacció de la memòria final	Redactar la memòria, bibliografia i els annexes d'acord amb la normativa i aspectes formals.
17	Entrega final	Lliurar la memòria i annexes definitius
18	Exposició del treball	Defensar oralment el treball

Taula 46: Taula de tasques.

20.2. Taula de precedències

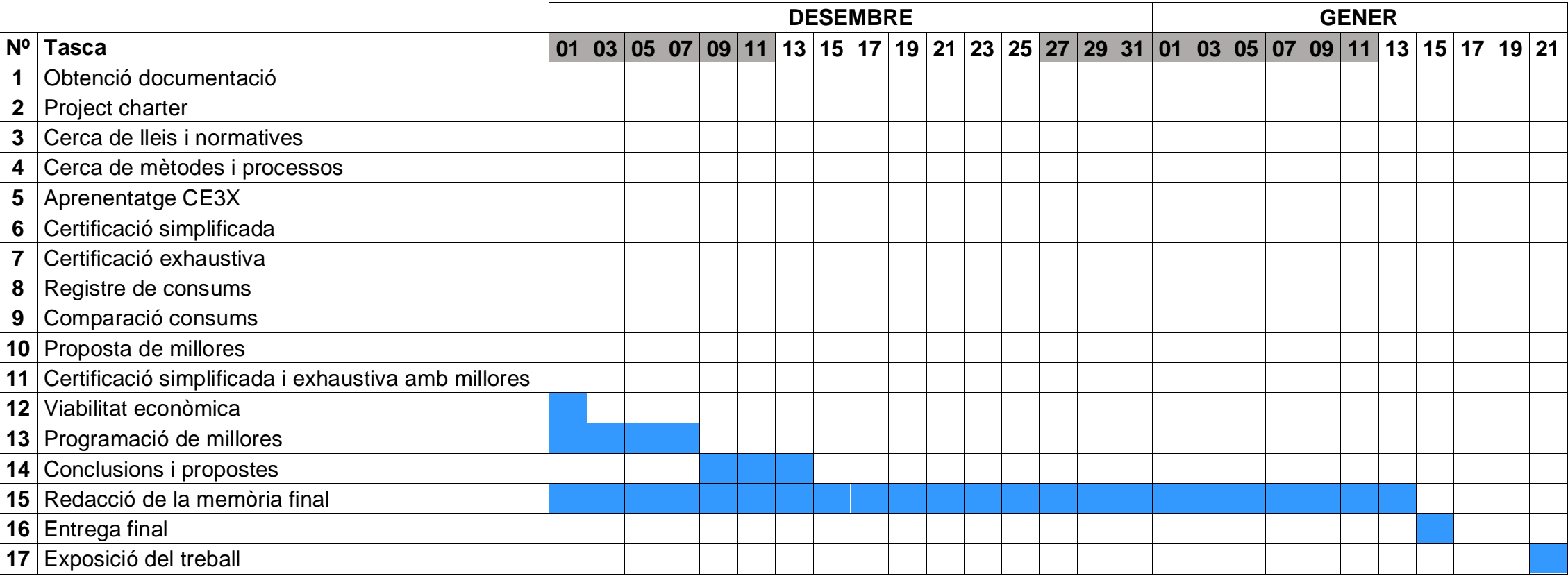
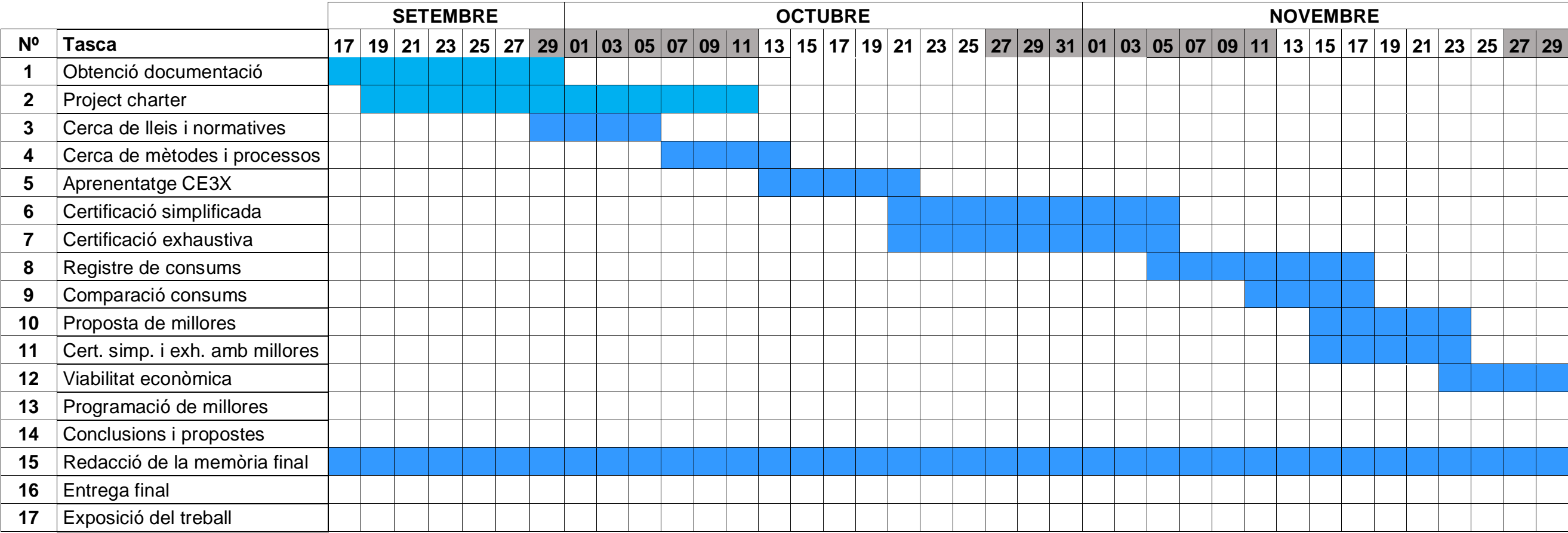
Les tasques es poden organitzar seguint el següent diagrama de precedències. S'exposen les hores de dedicació aproximada per cada tasca i dies assignats per fer-les, a més de les hores acumulades des de la tasca 1:

Nº	Tasca	Precedida per l'activitat	Duració (hores)	Duració acumulada (hores)
1	Obtenció documentació	CAP	20	20
2	Project charter	CAP	10	30
3	Cerca de lleis i normatives	CAP	10	40
4	Cerca de mètodes i processos	3	10	50
5	Aprenentatge CE3X	4	20	70
6	Certificació simplificada	1, 2, 3, 4, 5	60	130
7	Certificació exhaustiva	6	60	190
8	Registre de consums	7	10	200
9	Comparació consums	8	10	210
10	Proposta de millores	9	10	220
11	Certificació simplificada i exhaustiva amb millores	10	10	230
12	Viabilitat econòmica	11	10	240
13	Pressupost	12	10	250
14	Programació de millores	13	10	260
15	Conclusions, aspectes ambientals i propostes	CAP	10	270
16	Redacció de la memòria final	CAP	20	290
17	Entrega final	16	5	295
18	Exposició del treball	17	5	300

Taula 47: Taula de precedències.

20.3 Diagrama de Gantt

Al diagrama de Gantt es mostren les duracions de cada activitat i el seu ordre de manera resumida:



Taula 48: Diagrama de Gantt 1.

Taula 49: Diagrama de Gantt 2.

21. BIBLIOGRAFIA

Ajuntament de Terrassa. (2018). *Consum gas BCT*.

Ajuntament de Terrassa. (2015). *Consum elèctric BCT*.

Ajuntament de Terrassa. (2019). Biblioteca Central de Terrassa - BCT - Seu Electrònica de l'Ajuntament de Terrassa. Retrieved November 28, 2019, from <https://aoberta.terrassa.cat/oficines/infoEntitat.jsp?id=10132>

Ambientweather. (2019). AmbientWeather.com: Definition: Compass Rose vs. Degrees | Ambient Weather Help Center. Retrieved November 28, 2019, from <https://ambientweather.net/help/definition-compass-rose-vs-degrees/>

Calendarioslaborales. (2019). Calendario Laboral Barcelona 2020. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.calendarioslaborales.com/calendario-laboral-barcelona-2020.htm>

Certicalia. (2019). ¿Qué es un edificio gran terciario? Retrieved November 28, 2019, from <https://www.certicalia.com/blog/que-es-un-edificio-gran-terciario>

Certicalia. (2019). Tutorial: Recorrido guiado por CE3X. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.certicalia.com/blog/tutorial-recorrido-guiado-ce3x>

Certicalia. (2019). Qué es un Certificado Energético, todo lo que necesitas saber sobre el Certificado Energético. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.certicalia.com/que-es-un-certificado-energetico>

Certificadosenergeticos. (2019). Cómo redactar el anexo de análisis económico del CEE. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.certificadosenergeticos.com/redactar-analisis-economico-certificado-energetico>

Certivali. (2019). Descargar Etiqueta Energética es gratis ¿Cómo se hace en C.Valenciana? Retrieved November 30, 2019, from <https://certivali.es/certificado-energetico/como-descargar-la-etiqueta-energetica-en-la-com-valenciana/>

CPGrupo. (2019). Certificado energético: Calificación A – CP Grupo. Retrieved November 28, 2019, from <https://cpgrupo.com/certificado-energetico-calificacion-a/>

Energéticos, C. (2019). Multas por no tener certificado energético. Retrieved December 2, 2019, from <https://www.certificadosenergeticos.com/multas-no-tener-certificado-energetico>

EUR. (2019a). EUR-Lex - 32010L0031 - EN - EUR-Lex. Retrieved November 28, 2019, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32010L0031>

EUR. (2019b). EUR-Lex - 32012L0027 - EN - EUR-Lex. Retrieved November 28, 2019, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32012L0027>

- EUR. (2019c). EUR-Lex - 32018L0844 - EN - EUR-Lex. Retrieved November 28, 2019, from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0075.01.ENG
- Europarl. (2019). Emisiones de gases de efecto invernadero por país y sector (infografía) | Noticias | Parlamento Europeo. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180301STO98928/emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-por-pais-y-sector-infografia>
- Galícia, I. E. de. (2019). Instituto Enerxético de Galicia | ¿Cuánto cuesta? Retrieved December 2, 2019, from <http://www.observatoriobiomasa.gal/es/elige-tu-combustible/cuanto-cuesta>
- Gencat. (2019). Error. Generalitat de Catalunya. Retrieved November 28, 2019, from <https://web.gencat.cat/es/tramits/tramits-temes/Certificacio-eficiencia-energetica-edificis-00002>.
- Generadordeprecios. (2019). Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved December 2, 2019, from <http://www.generadordeprecios.info/>
- Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=1%7C0_0_0_0_0%7C0%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_0_0_0_0_0_0_0_0_0_0_0_0
- Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=1%7C0_0_0_0_0%7C7%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_1c4_0_2c8_0
- Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=2%7C0_0_0_0_0%7C7%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_1c4_0_2c4_0_1c3_0
- Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=3%7C0_0_0_0_0%7C7%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_1c4_0_2c4_0_2c3_0
- Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved

November 30, 2019, from
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=4%7C0_0_0_0_0%7C7%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_1c4_0_2c4_0_3c3_0

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=5%7C0_0_0_0_0%7C7%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_1c4_0_2c4_0_4c3_0

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=6%7C0_0_0_0_0%7C7%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_1c4_0_2c4_0_5c3_0

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=7%7C0_0_0_0_0%7C7%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_1c4_0_2c4_0_6c3_0

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=8%7C0_0_0_0_0%7C7%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_1c4_0_2c4_0_7c3_0

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de m² de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=9%7C0_0_0_0_0%7C7%7CLVC010%7Clvc_presentacion:_0_0_1c4_0_2c4_0_8c3_0

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de Ud de Carpintería exterior de PVC "CORTIZO". Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0%7C0_0_1%7C0%7CLCV030%7Clcv_030:c3_0_1c5_0_7_10_0_1c13_0_1

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de Ud de Carpintería exterior de PVC "KÖMMERLING". Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=6%7C0_0_0%7C3%7CLCV015%7Clcv_015:_0_0_4_0_1_0_0_0_0_0_0_0_1_0_1

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de Ud de Luminaria empotrada tipo Downlight "LLEDÓ". Generador de precios de la construcción. CYPE

Ingenieros, S.A. Retrieved November 30, 2019, from http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/Iluminacion/Interior/III105_Luminaria_empotrada_tipo_Downlight_.html

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de Ud de Carpintería exterior de PVC "CORTIZO". Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 28, 2019, from http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0_0_1_2%7C0_0%7C6%7CLCV030%7C1cv_030:c3_0_1c3_0_2_0_7_10c15_0_1

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de Ud de Carpintería exterior de PVC "KÖMMERLING". Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 28, 2019, from http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=6%7C0_0_0%7C3%7CLCV015%7C1cv_015:_0_0_4_0_1_0_0_0_0_0_0_0_1_0_1

Generadordeprecios. (2019). Precio en España de Ud de Luminaria empotrada tipo Downlight "LLEDÓ". Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. Retrieved November 28, 2019, from http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/Iluminacion/Interior/III105_Luminaria_empotrada_tipo_Downlight_.html

Google Earth. (2019). Google Earth. Retrieved December 7, 2019, from <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Google Maps. (2019). Google Maps. Retrieved December 7, 2019, from <https://www.google.es/maps/>

Industriascrm. (2019). ¿Qué vida útil tiene y cuándo conviene adquirir una lámpara LED? Retrieved November 28, 2019, from <https://industriascrm.com/vida-util-led/>

Inflation. (2019). Inflacion de España en 2018 – inflacion IPC España 2018. Retrieved November 28, 2019, from <https://es.inflation.eu/tasas-de-inflacion/espana/inflacion-historica/ipc-inflacion-espana-2018.aspx>

Ingemecanica. (2019). Ventilación y Renovación de Aire Interior en los Edificios. Retrieved November 28, 2019, from <https://ingemecanica.com/tutorialesemanal/tutorialn251.html>

Interempresas. (2019). El vidrio aislante: producto simple o solución compleja - Cerramientos y Ventanas. Retrieved November 28, 2019, from https://www.interempresas.net/Cerramientos_y_ventanas/Articulos/247890-El-vidrio-aislante-producto-simple-o-solucion-compleja.html

Lucera. (2019). Calderas de Biomasa: Eficiencia y Sostenibilidad |Lucera. Retrieved November 28, 2019, from <https://lucera.es/blog/calderas-biomasa-eficiencia-y-sostenibilidad>

- Ministerio de Industria, E. y T. (2016). Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España. *Documento Reconocido Del Reglamento de Instalaciones Térmicas En Los Edificios (RITE)*, pp. 16, 17, 18.
- Ministerio de Industria, E. y T. (2019). BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2013-3904. Retrieved November 30, 2019, from <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-3904>
- Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e I. (2019a). BOE.es - Documento BOE-A-1979-24866. Retrieved December 2, 2019, from <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1979-24866>
- Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e I. (2019c). BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2013-6938. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-6938>.
- Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e I. (2019b). BOE.es - Documento BOE-A-2017-6350. Retrieved November 28, 2019, from https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-6350
- Ocu. (2019). La factura de la luz también sube un 6% en el mercado libre. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/noticias/subidas-mercado-libre>
- Onlineprotactor. (2019). Online Protractor | Angle Measuring Tool. Retrieved November 28, 2019, from https://www.ginifab.com/feeds/angle_measurement/
- Onventanas. (2019). ¿Cuánto duran las ventanas de PVC? - OnVentanas - Ventanas que ahorran energía. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.onventanas.com/duracion-ventanas-pvc/>
- Pelletsyleña. (2019). ▷Palet pellets EN plus A1 【Venta online de pellets en Madrid】. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.pelletsyleña.com/producto/palet-pellets-en-plus/>
- Powerknot. (2019). COPs, EERs, and SEERs – Power Knot. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.powerknot.com/2011/03/01/cops-eers-and-seers/>
- Preciogas. (2019). Tarifas 3.4 de gas natural: Precios, ofertas y condiciones. Retrieved November 28, 2019, from <https://preciogas.com/tarifas/gas-natural/3-4>
- Recheronline. (2019). Wind Rose - Calculate the Angles of a Compass. Retrieved November 28, 2019, from <https://recheronline.de/winkel/wind-rose.php>
- Revistadigital. (2019). ¿Cómo definir el dato "masa de las particiones" en CE3x correctamente? Retrieved November 28, 2019, from



<https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/definir-el-dato-de-masa-particiones-ce3x/>

Sedecatastro. (2019). Sede Electrónica del Catastro. Retrieved November 28, 2019, from <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?pest=urbana&from=OVCBusqueda&ZV=NO&RCCompleta=bibliotecacentralterrassa&via=&tipoVia=&numero=&kilometro=&bloque=&escalera=&planta=&puerta=&DescProv=BARCELONA&prov=8&muni=&DescMuni=TERRASSA&TipUR>

Soningeo Energy. (2015b). *Auditoría energética Biblioteca Central de Terrassa - Informe*.

Soningeo Energy. (2016). *Auditoría Energética Ayuntamiento de Terrassa - Propuesta de Implantación EERR*.

Soningeo Energy. (2015a). *Auditoría Energética Ayuntamiento de Terrassa - Anexos*.

Tarifasenergía. (2019). Tarifas gas natural: precios, contratación y comparativas. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.tarifasenergia.com/tarifas-gas-natural/>

Viaintermedia.com. (2019). Biomasa - Los precios del gas se disparan y los de pélets y astillas se mantienen - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. Retrieved November 28, 2019, from <https://www.energias-renovables.com/biomasa/los-precios-del-gas-se-disparan-y-20180115>